

УДК 631.5:633.11 (470.620)

UDC 631.5:633.11 (470.620)

4.1.1. Общее земледелие, растениеводство  
(биологические науки, сельскохозяйственные  
науки)

4.1.1. General agriculture, plant growing (Biological  
sciences)

**ДИНАМИКА ФОРМИРОВАНИЯ  
АГРОФИЗИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ  
ПОЧВЫ ПОД ПОСЕВАМИ ОЗИМОЙ  
ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ  
ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В  
УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ**

**DYNAMICS OF FORMATION OF  
AGROPHYSICAL INDICATORS OF SOIL  
UNDER WINTER WHEAT CROPS DEPENDING  
ON THE BASIC SOIL CULTIVATION IN  
WESTERN CAUCASIA**

Кравченко Роман Викторович  
д. с.-х. н., доцент  
РИНЦ SPIN-код: 3648-2228  
[roma-kravchenko@yandex.ru](mailto:roma-kravchenko@yandex.ru)

Kravchenko Roman Viktorovich  
Dr.Sci.Agr., associate professor  
RSCI SPIN-code: 3648-2228  
[roma-kravchenko@yandex.ru](mailto:roma-kravchenko@yandex.ru)

Дулин Алексей Александрович  
аспирант  
*Кубанский государственный аграрный  
университет, Россия, 350044, Краснодар,  
Калинина, 13*

Dulin Alexey Alexandrovich  
graduate student  
*Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia  
350044, Kalinina, 13*

Цель представленной работы – установить динамику формирования агрофизических показателей почвы под посевами озимой пшеницы в течении всей ее вегетации в зависимости от основной обработки почвы в условиях степного агроландшафта Западного Предкавказья. Место проведения опытов: УОХ «Кубань» Кубанского ГАУ. Схема опыта: 1) вспашка на 20-22 см; 2) чизелевание на 20-22 см; 3) дисковое лушение 10-12 см; 4) нулевая обработка почвы при прямом посеве культуры (no-till). Приводятся конкретные авторские результаты исследования. В фазу кушения плотность при вспашке составляет 1,13 г/см<sup>3</sup> и влажность 19,4 %, в то время как при лушении – 1,25 г/см<sup>3</sup> и 17,6 %. На этапе колошения плотность при вспашке достигает 1,17 г/см<sup>3</sup> (1,26 г/см<sup>3</sup> при лушении), а влажность составляет 17,6 % против 16,5 %. К полной спелости плотность у вспашки равна 1,21 г/см<sup>3</sup> (1,29 г/см<sup>3</sup> у лушения) при влажности 14,1 %. В фазу кушения максимальная твердость наблюдается при нулевой обработке – 8,5 % в слое 0–10 см, а минимальная – при дисковом лушении – 3,2 %. В фазу колошения наибольшая твердость вновь у нулевой обработки – 21,8 %, а в фазу полной спелости максимальные значения фиксируются при дисковом лушении. Изучаемые приемы основной обработки почвы создают в ней достаточно отличные агрофизические условия. В фазу всходов наибольшие запасы наблюдались при нулевой обработке – 89 мм, в то время как дисковое лушение и вспашка составили 74 мм и 77 мм соответственно. В фазу кушения максимальные запасы влаги были зафиксированы при дисковом лушении – 82 мм, обеспечивающем равномерное распределение влаги. Наибольшие различия

The objective of the presented work is to establish the dynamics of formation of agrophysical parameters of soil under winter wheat crops throughout its growing season depending on the primary tillage in the conditions of the steppe agricultural landscape of the Western Ciscaucasia. The location of the experiments: UOKh "Kuban" of Kuban State Agrarian University. The experimental design: 1) plowing to 20-22 cm; 2) chisel cultivation to 20-22 cm; 3) disc stubble cultivation to 10-12 cm; 4) zero tillage with direct seeding of the crop (no-till). Specific author's results of the study are presented. In the tillering phase, the density after plowing is 1.13 g/cm<sup>3</sup> and moisture content is 19.4%, while after stubble cultivation it is 1.25 g/cm<sup>3</sup> and 17.6%. At the heading stage, the density of the plowing-cultivated soil reaches 1.17 g/cm<sup>3</sup> (1.26 g/cm<sup>3</sup> for stubble-cultivated soil), and the moisture content is 17.6%, compared to 16.5%. By full maturity, the density of the plowing-cultivated soil is 1.21 g/cm<sup>3</sup> (1.29 g/cm<sup>3</sup> for stubble-cultivated soil) with a moisture content of 14.1%. During the tillering stage, the maximum soil hardness is observed with no-tillage – 8.5% in the 0–10 cm layer, and the minimum – 3.2% – with disc stubble-cultivated soil. During the heading stage, the highest soil hardness is again observed with no-tillage – 21.8%, and at full maturity, the maximum values are recorded with disc stubble-cultivated soil. The studied primary tillage techniques create quite distinct agrophysical conditions in the soil. During the emergence phase, the highest moisture reserves were observed with no-tillage – 89 mm, while disc stubble cultivation and plowing amounted to 74 mm and 77 mm, respectively. During the tillering phase, the maximum moisture reserves were recorded with disc stubble cultivation – 82 mm, ensuring uniform moisture distribution. The greatest differences were

проявились в фазу колошения, когда чизелевание обеспечивало 132 мм влаги, что превышало показатели других методов. В фазу полной спелости дисковое лушение сохраняло наибольшие остаточные значения – 9 мм. что весной (фаза кущения) лучшую структуру почвы обеспечивало вспашка – коэффициент структурности 2,97 при 74,6 % агрономически ценных агрегатов. Дисковое лушение уступало по коэффициенту – 2,43 и имела меньше агрономически ценных агрегатов (70,9%). Чизелевание – 2,21 и 68,5 %. Нулевая обработка – наихудшие показатели – 1,48 и 59,7 %. К уборке все структурные показатели снизились на всех вариантах и помимо вспашки также по чизелеванию показатели превзошли контроль

observed during the heading phase, when chisel plowing provided 132 mm of moisture, which exceeded the indicators of other methods. At the stage of full maturity, disc stubble cultivation retained the highest residual values – 9 mm. It is worth noting that in spring (tillering phase), plowing provided the best soil structure – a structure coefficient of 2.97 with 74.6% of agronomically valuable aggregates. Disc stubble cultivation had an inferior coefficient – 2.43 and had fewer agronomically valuable aggregates (70.9%). Chisel plowing – 2.21 and 68.5%. No-tillage produced the worst results, with yields of 1.48% and 59.7%. By harvest, all structural indicators had declined across all treatments, and in addition to plowing, chisel-cutting indicators also exceeded those of the control

Ключевые слова: ПОЧВА, ПРИЕМ, ОБРАБОТКА ПОЧВЫ, ПЛОТНОСТЬ, ТВЕРДОСТЬ, ВЛАЖНОСТЬ, ПШЕНИЦА ОЗИМАЯ

Keywords: SOIL, TILLAGE, SOIL CULTIVATION, DENSITY, HARDNESS, MOISTURE, WINTER WHEAT

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-218-010>

## Введение

Основная цель агропромышленного комплекса – достижение максимальной урожайности при сохранении высокого качества продукции. Учитывая высокую стоимость удобрений, их эффективное использование, в том числе посредством первичной обработки почвы, приобретает особое значение. Новые экономические условия и подходы к обработке почвы, а также появление современных ресурсосберегающих технологий и инструментов требуют новых исследований для совершенствования методов основной обработки почвы [1, 7, 8, 10-12, 14, 21].

Многие ученые ранее изучали эффективность основной обработки почвы. Изучив влияние основной обработки и применения минеральных удобрений, они обнаружили, что в посевах озимой пшеницы преобладают однолетние двудольные и злаковые сорняки, такие как ежовник обыкновенный, лисохвост, дикий мак, звездчатка полевая и подмаренник. Многолетние сорняки встречаются редко и представлены в основном осотом розовым и вьюнком полевым [3-6, 9].

<http://ej.kubagro.ru/2026/04/pdf/10.pdf>

Правильная и своевременная подготовка почвы имеет решающее значение для успешного развития растений озимой пшеницы осенью и их успешной зимовки. Важно добиться ровной, мелкозернистой поверхности посевного ложа. Почва должна быть уплотненной, свободной от сорняков и содержать достаточно влаги и питательных веществ. Рыхлая, комковатая поверхность негативно влияет на всхожесть семян. В условиях, когда влажность является определяющим фактором урожайности, рекомендуется избегать многократной обработки почвы, которая пересыхает и обходится дорого. При посеве после бобовых культур целесообразно использовать мелкую обработку на глубину 10-12 см, что снижает энергозатраты на обработку до 43% и поддерживает продуктивные запасы влаги на уровне 68 мм к концу вегетационного периода [16-18].

Глубина обработки также влияет на агрофизические свойства почвы. Эксперимент показал, что почва была более структурированной в фазе весеннего кущения растений озимой пшеницы. Применение минеральных удобрений не оказало влияния на содержание агрономически ценных агрегатов. Коэффициент структуры на всех фазах вегетации озимой пшеницы находился в пределах нормы и колебался от 1,0 до 2,3. Следовательно, такие варианты основной обработки почвы, как вспашка плугом средней глубины (20-22 см) и чизельная вспашка без оборота пласта (20-22 см), а также неглубокая дисковая обработка стерни (10-12 см), способствуют формированию наилучшей структуры почвы. Процент агрономически ценных агрегатов к концу вегетационного периода озимой пшеницы варьировался от 58,2 до 65,6% по всем экспериментальным вариантам. Наибольшее значение, как и в предыдущем отборе, наблюдалось в контрольном варианте с вспашкой плугом, что подтверждается данными других экспериментов [13, 15, 19, 20].

Эксперименты по изучению влияния основной обработки почвы показали, что урожайность озимой пшеницы определялась используемыми методами обработки почвы, дозой внесенных удобрений и сортом. Результаты эксперимента показали, что в среднем урожайность варьировалась от 61,5 до 72,1 центнеров на гектар в течение двух лет. Анализируя урожайность сортов пшеницы в зависимости от способа обработки почвы, было отмечено, что максимальный урожай зерна был получен при использовании беспашотной обработки, и это изменение было математически значимым по сравнению с вспашкой и мелкой обработкой [2, 22-25].

Однако, как показывает приведенный выше обзор исследований, этому вопросу не уделяется должного внимания в контексте обработки почвы на разной глубине. Поэтому целью нашего исследования было определение динамики агрофизических параметров почвы под посевами озимой пшеницы в течение всего вегетационного периода в зависимости от основной обработки почвы в степном равнинном ландшафте Западного Предкавказья.

### **Материал и методы исследований**

Место проведения опытов: УОХ «Кубань» Кубанского ГАУ. Почва: чернозем выщелоченный. Климат района характеризуется как влажный, с переходными сухими условиями, находясь на южной границе умеренных широт. Объект исследований: почва (чернозем выщелоченный) под посевами озимой пшеницы сорта Безостая 100 и приемы основной обработки почвы после предшественника кукуруза на зерно. Предмет исследований: влияние основной обработки почвы после кукурузы на зерно на динамику формирования агрофизических показателей почвы под посевами озимой пшеницы в течении ее вегетации. Сопровождающие опыт наблюдения и учеты осуществлялись согласно с методикой

государственного сортоиспытания с.-х. культур (2019). Схема опыта: 1) вспашка на 20-22 см; 2) чизелевание на 20-22 см; 3) дисковое лушение 10-12 см; 4) нулевая обработка почвы при прямом посеве культуры (no-till).

Методики и агротехника – общепринятые. Предшественник – кукуруза.

### Результаты и их обсуждение

Проведя анализ данных, отражающей изменения плотности и влажности почвы при различных приемах основной ее обработки в течение вегетации пшеницы озимой, показывает, что изучаемые приемы создают достаточно отличные агрофизические условия (таблица 1).

Таблица 1 – Динамика плотности ( $d_o$ , г/см<sup>3</sup>) и весовой влажности ( $B_o$ , %) почвы в зависимости от приема основной обработки почвы

В начале весеннего кушения вспашка формирует более рыхлую структуру почвы в слое 10-20 см – плотность составляет  $1,13 \text{ г/см}^3$ , тогда как при дисковом лущении она выше –  $1,25 \text{ г/см}^3$ . Это свидетельствует о лучшей аэрации и проницаемости почвы при вспашке. Влажность при этом также выше: 19,4 % против 17,6 % при лущении, что особенно важно для начального роста растений.

В фазу колошения различия сохраняются: при вспашке плотность увеличивается до  $1,17 \text{ г/см}^3$ , но остается ниже, чем при дисковом лущении –  $1,26 \text{ г/см}^3$ . Влажность при вспашке составляет 17,6 %, тогда как при лущении – 16,5 %.

К фазе полной спелости плотность возрастает во всех вариантах, но при вспашке она остается ниже –  $1,21 \text{ г/см}^3$ , чем при лущении –  $1,29 \text{ г/см}^3$ . Влажность в этот период снижается до 14,1 % в обоих вариантах, однако в нижнем слое (20–30 см) при вспашке она ниже, что может быть связано с более активным использованием влаги растениями из глубины.

Полевой анализ показал, что прием основной обработки почвы существенно влияет на твердость почвы в течение вегетационного периода. В фазу кушения в слое 0–10 см наибольшая твердость почвы зафиксирована при нулевой обработке –  $8,5 \text{ кг/см}^2$ , наименьшее же при дисковом лущении –  $3,2 \text{ кг/см}^2$ . В слое 10–20 см нулевая обработка –  $23,0 \text{ кг/см}^2$ , тогда как при вспашке – лишь  $11,1 \text{ кг/см}^2$ . В нижнем слое 20–30 см максимальные значения отмечены при нулевой –  $23,7 \text{ кг/см}^2$  и дисковой –  $22,3 \text{ кг/см}^2$  обработках, минимальная – при вспашке –  $14,6 \text{ кг/см}^2$ . В среднем по профилю (0–30 см) наибольшая твердость наблюдается при нулевой обработке –  $18,4 \text{ кг/см}^2$ , при дисковом лущении –  $15,3 \text{ кг/см}^2$ , при чизелевании –  $11,8 \text{ кг/см}^2$ , а при вспашке – всего  $9,9 \text{ кг/см}^2$  (таблица 2).

В фазу колошения в верхнем слое (0-10 см) наибольшую твердость почвы обеспечило чизелевание –  $12,3 \text{ кг/см}^2$ , при нулевой обработке –

10,4 кг/см<sup>2</sup>, при вспашке – 10,1 кг/см<sup>2</sup>, при дисковом лущении – 9,5 кг/см<sup>2</sup>.

Таблица 2 – Динамика твердости почвы в зависимости от приема основной обработки почвы, кг/см<sup>2</sup>

Вариант	Слой почвы, см			
	0–10	10–20	20–30	0–30
кущение весной				
Дисковое лущение (к)	3,2	20,3	22,3	15,3
Вспашка	4,0	11,1	14,6	9,9
Чизелевание	6,0	12,3	17,1	11,8
Нулевая обработка	8,5	23,0	23,7	18,4
колошение				
Дисковое лущение (к)	9,5	24,1	30,2	21,3
Вспашка	10,1	16,4	24,1	16,9
Чизелевание	12,3	18,0	26,7	19,0
Нулевая обработка	10,4	25,7	29,2	21,8
полная спелость				
Дисковое лущение (к)	11,5	27,1	36,2	24,9
Вспашка	12,1	18,4	26,1	18,9
Чизелевание	15,3	20,0	32,7	22,7
Нулевая обработка	11,4	27,7	35,2	24,8

В среднем слое нулевая обработка вновь показала наибольший результат – 25,7 кг/см<sup>2</sup>, дисковое лущение – 24,1 кг/см<sup>2</sup>, чизелевание – 18,0 кг/см<sup>2</sup>, вспашка – 16,4 кг/см<sup>2</sup>. В нижнем слое (20–30 см) максимальные значения твердости зафиксированы при дисковом лущении (30,2 кг/см<sup>2</sup>) и нулевой обработке (29,2 кг/см<sup>2</sup>), минимальные – при вспашке (24,1 кг/см<sup>2</sup>). В среднем по профилю: нулевая обработка – 21,8 кг/см<sup>2</sup>, дисковое лущение

– 21,3 кг/см<sup>2</sup>, чизелевание – 19,0 кг/см<sup>2</sup>, вспашка – 16,9 кг/см<sup>2</sup>.

В фазу полной спелости в слое (0-10 см) наибольшая твердость почвы была отмечена при чизелевании – 15,3 кг/см<sup>2</sup>, при вспашке – 12,1 кг/см<sup>2</sup>, при нулевой обработке – 11,4 кг/см<sup>2</sup>, при дисковом лущении – 11,5 кг/см<sup>2</sup>. В среднем слое (10–20 см) лидирует нулевая обработка – 27,7 кг/см<sup>2</sup>, дисковое лущение – 27,1 кг/см<sup>2</sup>, чизелевание – 20,0 кг/см<sup>2</sup>, вспашка – 18,4 кг/см<sup>2</sup>. В нижнем слое (20–30 см) наибольшая твердость была зафиксированы при дисковом лущении (36,2 кг/см<sup>2</sup>) и нулевой обработке (35,2 кг/см<sup>2</sup>), минимальные – при вспашке (26,1 кг/см<sup>2</sup>). В среднем по профилю: дисковое лущение – 24,9 кг/см<sup>2</sup>, нулевая обработка – 24,8 кг/см<sup>2</sup>, чизелевание – 22,7 кг/см<sup>2</sup>, вспашка – 18,9 кг/см<sup>2</sup>.

Проведя анализ по содержанию влаги ( $W_0$ , %) и запасам продуктивной влаги ( $W_{пр}$ , мм), были получены следующие результаты (таблица 3).

На ранней фазе всходов наибольшие запасы продуктивной влаги были зафиксированы при нулевой обработке – 89 мм, что на 15 мм превышало значения при дисковом лущении – 74 мм – и на 12 мм – при вспашке – 77 мм. Особенно выражено преимущество нулевой обработки проявлялось в среднем – 32 мм – и нижнем – 48 мм – слоях, что свидетельствует о лучшем сохранении влаги в глубине профиля. В то же время в верхнем слое (0–20 см) лидировало дисковое лущение – 11 мм, тогда как при чизелевании запасы влаги были минимальными – 6 мм, вероятно, из-за повышенного испарения после рыхления.

В фазу кущения максимальные запасы продуктивной влаги наблюдались при дисковом лущении (82 мм), что на 8 мм больше, чем при нулевой обработке (74 мм) и на 24 мм больше, чем при чизелевании (58 мм). Дисковое лущение обеспечивало наиболее равномерное распределение влаги по профилю, особенно в среднем (31 мм) и нижнем (44 мм) слоях.

Таблица 3 – Влажность ( $B_0$ , %) и запасы продуктивной влаги ( $W_{пр.}$ , мм) в зависимости от приема основной обработки почвы, мм

Вариант	Слой почвы, см							
	0–20 см		20–60 см		60–100 см		0–100 см	
	$B_0$ , %	$W_{пр.}$ , мм	$B_0$ , %	$W_{пр.}$ , мм	$B_0$ , %	$W_{пр.}$ , мм	$B_0$ , %	$W_{пр.}$ , мм
<b>ВСХОДЫ</b>								
Дисковое лущение (к)	19,1	11	21,8	30	22,3	33	21,3	74
Вспашка	18,0	8	20,8	25	23,6	46	21,5	79
Чизелевание	17,2	6	22,0	31	23,1	42	21,5	79
Нулевая обработка	18,3	9	22,2	32	23,7	48	22,0	89
<b>кущение весной</b>								
Дисковое лущение (к)	17,8	7	21,8	31	23,7	44	21,8	82
Вспашка	17,2	6	21,8	29	22,3	36	21,0	71
Чизелевание	16,0	3	21,4	28	20,6	27	20,3	58
Нулевая обработка	17,5	7	20,8	25	23,4	42	21,2	74
<b>колошение</b>								
Дисковое лущение (к)	19,4	11	22,2	33	24,0	50	21,9	94
Вспашка	19,7	12	23,6	40	26,1	62	23,2	114
Чизелевание	20,9	15	24,4	45	27,9	72	24,4	132
Нулевая обработка	20,3	14	23,2	37	25,8	60	23,1	111
<b>полная спелость</b>								
Дисковое лущение (к)	15,2	1	16,2	7	15,8	1	15,8	9
Вспашка	14,4	0	15,0	0	15,9	2	15,2	2
Чизелевание	11,6	0	16,6	3	16,3	3	15,5	6
Нулевая обработка	13,6	0	15,7	1	15,1	3	15,1	4

Вспашка и нулевая обработка демонстрировали схожие результаты – 71 и 74 мм соответственно, однако при чизелевании наблюдался наименьший уровень влагообеспеченности, особенно в верхнем слое – всего 3 мм, что может ограничивать развитие корневой системы.

Наиболее выраженные различия между способами обработки проявились в фазу колошения, когда потребность растений во влаге достигает максимума. В этот период наибольшие запасы продуктивной влаги были зафиксированы при чизелевании – 132 мм, что значительно превышало показатели при нулевой обработке – 111 мм, вспашке – 114 мм и особенно при дисковом лущении – 94 мм. Преимущество чизелевания особенно заметно в нижнем слое – 60–100 см, где сохранялось до 72 мм влаги, что на 12 мм больше, чем при нулевой обработке. Это указывает на высокую способность чизелевания к накоплению и удержанию влаги в глубине, что критически важно в засушливых условиях. В верхнем слое (0–20 см) также наблюдалось преимущество чизелевания – 15 мм, что способствует лучшему питанию растений в период формирования колоса. К фазе полной спелости во всех вариантах наблюдалось резкое снижение запасов влаги, однако дисковое лущение обеспечивало наибольшие остаточные значения – 9 мм, преимущественно за счет среднего слоя – 7 мм. При чизелевании сохранялось – 6 мм, при нулевой обработке – 4 мм, а при вспашке – лишь 2 мм. Это свидетельствует о том, что дисковое лущение способствует более эффективному удержанию влаги в условиях повышенного испарения и отсутствия осадков в конце вегетационного периода.

К концу вегетации в фазу полной спелости запасы продуктивной влаги резко снижались во всех вариантах, однако дисковое лущение обеспечивало наибольшие остаточные значения – 9 мм, в основном за счет среднего слоя (7 мм). При чизелевании сохранялось 6 мм, при нулевой обработке – 4 мм, а при вспашке – лишь 2 мм. Это свидетельствует о том,

что дисковое лушение способствует более эффективному удержанию влаги в условиях повышенного испарения и отсутствия осадков в конце сезона.

Проведя анализ таблицы 4, можно сделать вывод, что весной (фаза кущения) лучшую структуру почвы обеспечивало вспашка – коэффициент структурности 2,97 при 74,6 % агрономически ценных агрегатов. Дисковое лушение уступало по коэффициенту – 2,43 и имела меньше агрономически ценных агрегатов (70,9) %. Чизелевание – 2,21 и 68,5 %. Нулевая обработка – наихудшие показатели – 1,48 и 59,7 %.

Таблица 4 – Структура почвы в слое 0-30 см в зависимости от приема ее основной обра ботки

Вариант	Размер агрегатов		Коэффициент структурности
	>0,25+<10	<0,25+>10	
	%	%	
кущение весной			
Дисковое лушение (к)	70,9	29,1	2,43
Вспашка	74,6	25,4	2,97
Чизелевание	68,9	31,1	2,21
Нулевая обработка	59,7	40,3	1,48
перед уборкой			
Дисковое лушение (к)	61,8	38,2	1,61
Вспашка	64,2	35,8	1,79
Чизелевание	62,7	37,3	1,68
Нулевая обработка	56,8	43,2	1,31

Вспашка сохранила наивысшие показатели – коэффициент структурности 2,79 при 64,2 % агрономически ценных агрегатов. Чизелевание – 1,68 и 62,7 %. Дисковое лушение, несмотря на лидерство

весной, снизилось до 1,61 и 60,4 %. Нулевая обработка – снова на последнем месте – 1,31 и 56,8 %.

Разница между дисковым лущением и нулевой обработкой весной – по коэффициенту 0,95 – по содержанию агрономически ценных агрегатов – 11,2 %. К уборке разрыв сократился – 0,30 и 3,6 % соответственно. По сравнению с чизелеванием, дискование лучше на 0,22 по коэффициенту, но к уборке уступает на 0,07. Вспашка весной превосходит контроль по коэффициенту на 0,54, а к уборке – на 0,18.

### Выводы

Изучаемые приемы основной обработки почвы создают в ней достаточно отличные агрофизические условия. В фазу кущения плотность при вспашке составляет 1,13 г/см<sup>3</sup> и влажность 19,4 %, в то время как при лущении – 1,25 г/см<sup>3</sup> и 17,6 %. На этапе колошения плотность при вспашке достигает 1,17 г/см<sup>3</sup> (1,26 г/см<sup>3</sup> при лущении), а влажность составляет 17,6 % против 16,5 %. К полной спелости плотность у вспашки равна 1,21 г/см<sup>3</sup> (1,29 г/см<sup>3</sup> у лущения) при влажности 14,1 %. В фазу кущения максимальная твердость наблюдается при нулевой обработке – 8,5 кг/см<sup>2</sup> в слое 0–10 см, а минимальная – при дисковом лущении – 3,2 кг/см<sup>2</sup>. В фазу колошения наибольшая твердость вновь у нулевой обработки – 21,8 кг/см<sup>2</sup>, а в фазу полной спелости максимальные значения фиксируются при дисковом лущении. В фазу всходов наибольшие запасы наблюдались при нулевой обработке – 89 мм, в то время как дисковое лущение и вспашка составили 74 мм и 77 мм соответственно. В фазу кущения максимальные запасы влаги были зафиксированы при дисковом лущении – 82 мм, обеспечивающем равномерное распределение влаги. Наибольшие различия проявились в фазу колошения, когда чизелевание обеспечивало 132 мм влаги, что превышало показатели других методов. В фазу полной спелости дисковое лущение сохраняло наибольшие остаточные значения – 9 мм. что

весной (фаза кущения) лучшую структуру почвы обеспечивало вспашка – коэффициент структурности 2,97 при 74,6 % агрономически ценных агрегатов. Дисковое лушение уступало по коэффициенту – 2,43 и имела меньше агрономически ценных агрегатов (70,9) %. Чизелевание – 2,21 и 68,5 %. Нулевая обработка – наихудшие показатели – 1,48 и 59,7 %. К уборке все структурные показатели снизились на всех вариантах и помимо вспашки также по чизелеванию показатели превзошли контроль.

### Библиографический список

1. Архипенко, А. А. Роль минеральных удобрений и основной обработки почвы под посевы озимой пшеницы в формирование ее продуктивности / А. А. Архипенко, Р. В. Кравченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета, 2021. – № 171. – С. 335-347. – DOI 10.21515/1990-4665-171-023.

2. Бардак, Н. И. Влияние способа обработки чернозема выщелоченного и его агрофические параметры и агробиологические показатели озимой пшеницы / Н. И. Бардак, Р. В. Кравченко, С. А. Дмитриев / Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета, 2023. - № 188. – С.56-66. – DOI 10.21515/1990-4665-188-006.

3. Васюков, П. П. Влияние традиционной и минимальных систем обработки почвы на изменения почвенного плодородия / П. П. Васюков, Г. В. Чуварлеева, Г. М. Лесовая, А. А. Мнатсаканян // Таврический вестник аграрной науки, 2016. – № 3 (7). – С. 50-59.

4. Григоренко, В. В. Влияние приемов основной обработки почвы на урожайность зерна озимой пшеницы сорта секлетия / В. В. Григоренко, С. И. Лучинский // В сб.: Научное обеспечение агропромышленного комплекса. Сб. ст. по мат. 78-й науч.-практ. конф. студентов по итогам НИР за 2022 год. В 3-х частях. Отв. за выпуск А. Г. Коцаев. – Краснодар, 2023. – С. 30-32.

5. Власова, О. И. Сравнительная оценка применения ресурсосберегающей технологии no-till и традиционной технологии возделывания озимой пшеницы / О. И. Власова, // В сборнике: Аграрная наука, творчество, рост. Материалы XIV Международной научно-практической конференции. Ставрополь, 2024. – С. 101-106.

6. Власова, О. И. Развитие системы обработки почвы на Ставрополье / О. И. Власова, А. Н. Есаулко, О. Г. Шабалдас, Е. Б. Дрепа // Земледелие, 2022. – № 8. – С. 26-30.

7. Вольтерс, И. А. Влияние технологий возделывания сельскохозяйственных культур на агрофические факторы плодородия в различных почвенно-климатических зонах Ставропольского края / И. А. Вольтерс, О. И. Власова, В. М. Передериева, Л. В. Трубочева // Вестник АПК Верхневолжья. 2022. № 4 (60). С. 12-20.

8. Кравченко, Р. В. Научное обоснование ресурсо-энергосберегающих технологий выращивания кукурузы (*zea mays l.*) в условиях степной зоны Центрального Предкавказья : дисс. ... докт. с.-х. наук / Р. В. Кравченко // ВНИИССОК. – М., 2010. – 439 с.

9. Кравченко, Р. В. Влияние основной обработки почвы под озимую пшеницу на формирование ее продуктивности / Р. В. Кравченко, В. И. Прохода, С. И. Лучинский, А. А. Архипенко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета, 2021. - № 169. – С.124-132. – DOI 10.21515/1990-4665-169-011.

10. Лучинский, С. И. Органоминеральная система применение удобрений на посевах подсолнечника на обыкновенном черноземе Краснодарского края / С. И. Лучинский, Р. В. Кравченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета, 2023. – № 190. – С. 190-197.

11. Лучинский, С. И. Органоминеральная система применения удобрений на посевах подсолнечника на обыкновенном черноземе краснодарского края / С. И. Лучинский, Р. В. Кравченко // АгроФорум, 2023. – № 4. – С. 40-41.

12. Мамсиров, Н. И. Оптимизация питательного режима озимой пшеницы / Н. И. Мамсиров, А. Ю. Кишев, А. А. Мнатсаканян / Аграрный вестник Урала, 2022. – № 10 (225). – С. 21-32.

13. Мамсиров, Н. И. Комплексное исследование воздействия стимуляторов роста и микробиоудобрения на продуктивность озимой пшеницы / Н. И. Мамсиров, А. А. Мнатсаканян, А. В. Загорулько, А. А. Макаров / Новые технологии, 2022. – Т. 18. № 4. – С. 180-191.

14. Мамсиров, Н. И. Эффективность разных доз минеральных удобрений под озимую пшеницу / Н. И. Мамсиров, А. А. Мнатсаканян // Новые технологии, 2021. – Т. 17. – № 3. – С. 77-85.

15. Мнатсаканян, А. А. Водный режим почвы в зависимости от системы основной обработки почвы в условиях центральной зоны Краснодарского края / А. А. Мнатсаканян, Г. В. Чуварлеева, А. С. Волкова // В сборнике: Эффективные решения в приоритетных отраслях АПК в засушливых регионах. Материалы Международной заочной научно-практической конференции. Составитель В.В. Бычкова, 2020. – С. 95-99.

16. Мнатсаканян, А. А. Пролонгированные удобрения в технологии возделывания озимой пшеницы в условиях Краснодарского края / А. А. Мнатсаканян // Земледелие, 2023. – № 3. – С. 27-31.

17. Мнатсаканян, А. А. Показатели плодородия чернозема выщелоченного в зависимости от систем основной обработки почвы / А. А. Мнатсаканян, Г. В. Чуварлеева, О. Б. Быков // Земледелие, 2022. – № 5. – С. 15-19.

18. Мнатсаканян, А. А. Совершенствование технологии возделывания озимой пшеницы с использованием регуляторов роста и водорастворимого микробиоудобрения при различном уровне азотного питания в условиях центральной зоны краснодарского края : дисс... канд. с.-х. наук / А. А. Мнатсаканян //.– Краснодар : КубГАУ, 2018. – 153 с.

19. Плетнев, Е. А. Влияние основной обработки почвы на агрофизические свойства чернозема выщелоченного и урожайность озимого ячменя / Е. А. Плетнев, С. И. Лучинский // В сб.: Научное обеспечение агропромышленного комплекса. Сб. ст. по мат. 72-й науч.-практ. конф. студентов по итогам НИР за 2016 год, 2017. – С. 27-29.

20. Трубачева, Л. В. Влияние мелиоративных мероприятий на формирование урожайности сельскохозяйственных культур в условиях зоны неустойчивого увлажнения Ставропольского края / Л. В. Трубачева, О. И. Власова, Е. В. Письменная, И. А. Вольтерс // Вестник АПК Верхневолжья, 2024. – № 4 (68). – С. 18-24.

21. Фролов, Н. А. Влияние различных норм минеральных удобрений на продуктивность озимой пшеницы в условиях Ставропольского края / Н. А. Фролов,

С. И. Лучинский // В сб.: Научное обеспечение агропромышленного комплекса. Сб. ст. по мат. 78-й науч.-практ. конф. студентов по итогам НИР за 2022 год. В 3-х частях. Отв. за выпуск А. Г. Коцаев. – Краснодар, 2023. – С. 120-123.

22. Чуварлеева, Г. В. Биологическая активность почвы в посевах озимой пшеницы в зависимости от условий произрастания / Г. В. Чуварлеева, А. А. Мнатсаканян / Природообустройство, 2018. – № 5. – С. 108-113.

23. Esaulko, A. Productivity of winter wheat cultivated by direct seeding: measuring the effect of hydrothermal coefficient in the arid zone of central Fore-Caucasus / Esaulko A., Sitnikov V., Pismennaya E., Vlasova O., Golosnoi E., Ozheredova A., Ivolga A., Erokhin V. // Agriculture. 2023. Т. 13. № 1. С. 55.

24. Kravchenko, R. V. Dynamics of agrophysical indicators of the soil under winter wheat crops while minimizing the main tillage / R. V. Kravchenko, S. I. Luchinskiy, Ya. B. Amzaeva // Polythematic online scientific journal of kuban state agrarian university. 2024. № 199. С. 61-68. – DOI 10.21515/1990-4665-199-007.

25. Mnatsakanyan, A. A. Biometric indicators of corn and basic tillage systems / Mnatsakanyan A.A., Chubarleeva G.V., Bykov O.B., Volkova A.S. // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. "International scientific and practical conference: Development of the agro-industrial complex in the context of robotization and digitalization of production in Russia and Abroad, DAICRA 2021" 2022. С. 012046.

### References

1. Arhipenko, A. A. Rol' mineral'nyh udobrenij i osnovnoj obrabotki pochvy pod posevy ozimoy pshenicy v formirovanie ee produktivnosti / A. A. Arhipenko, R. V. Kravchenko // Politematicheskij setevoy elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2021. – № 171. – С. 335-347. – DOI 10.21515/1990-4665-171-023.

2. Bardak, N. I. Vliyanie sposoba obrabotki chernozema vyshchelochennogo i ego agroficheskie parametry i agrobiologicheskie pokazateli ozimoy pshenicy / N. I. Bardak, R. V. Kravchenko, S. A. Dmitriev // Politematicheskij setevoy elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2023. - № 188. – С.56-66. – DOI 10.21515/1990-4665-188-006.

3. Vasyukov, P. P. Vliyanie tradicionnoj i minimal'nyh sistem obrabotki pochvy na izmeneniya pochvennogo plodorodiya / P. P. Vasyukov, G. V. CHubarleeva, G. M. Lesovaya, A. A. Mnatsakanyan // Tavricheskij vestnik agrarnoj nauki, 2016. – № 3 (7). – С. 50-59.

4. Grigorenko, V. V. Vliyanie priemov osnovnoj obrabotki pochvy na urozhajnost' zerna ozimoy pshenicy sorta sekletiya / V. V. Grigorenko, S. I. Luchinskij // В сб.: Научное обеспечение агропромышленного комплекса. Сб. ст. по мат. 78-й науч.-практ. конф. студентов по итогам НИР за 2022 год. В 3-х частях. Отв. за выпуск А. Г. Коцаев. – Краснодар, 2023. – С. 30-32.

5. Vlasova, O. I. Sravnitel'naya ocenka primeneniya resursosberegayushchej tekhnologii no-till i tradicionnoj tekhnologii vozdeleyvaniya ozimoy pshenicy / O. I. Vlasova, // В сборнике: Аграрная наука, творчество, рост. Материалы ХІV Международной научно-практической конференции. Ставрополь, 2024. – С. 101-106.

6. Vlasova, O. I. Razvitiye sistemy obrabotki pochvy na Stavropol'e / O. I. Vlasova, A. N. Esaulko, O. G. SHabalas, E. B. Drepa // Zemledelie, 2022. – № 8. – С. 26-30.

7. Vol'ters, I. A. Vliyanie tekhnologij vozdeleyvaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur na agrofizicheskie faktory plodorodiya v razlichnyh pochvenno-klimaticheskikh zonah Stavropol'skogo kraja / I. A. Vol'ters, O. I. Vlasova, V. M. Perederieva, L. V. Trubacheva // Vestnik APK Verhnevolzh'ya. 2022. № 4 (60). С. 12-20.

8. Kravchenko, R. V. Nauchnoe obosnovanie resurso-energoberegayushchih tekhnologij vyrashchivaniya kukuruzy (zea mays L.) v usloviyah stepnoj zony Central'nogo Predkavkaz'ya : diss. ... dokt. s.-h. nauk / R. V. Kravchenko // VNISSOK. – M., 2010. – 439 s.

9. Kravchenko, R. V. Vliyanie osnovnoj obrabotki pochvy pod ozimuyu pshenicu na formirovanie ee produktivnosti / R. V. Kravchenko, V. I. Prohoda, S. I. Luchinskij, A. A. Arhipenko // Politematicheskij setевой elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2021. - № 169. – С.124-132. – DOI 10.21515/1990-4665-169-011.

10. Luchinskij, S. I. Organomineral'naya sistema primeneniya udobrenij na posevakh podsolnechnika na obyknovennom chernozeme Krasnodarskogo kraja / S. I. Luchinskij, R. V. Kravchenko // Politematicheskij setевой elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2023. – № 190. – S. 190-197.

11. Luchinskij, S. I. Organomineral'naya sistema primeneniya udobrenij na posevakh podsolnechnika na obyknovennom chernozeme krasnodarskogo kraja / S. I. Luchinskij, R. V. Kravchenko // AgroForum, 2023. – № 4. – S. 40-41.

12. Mamsirov, N. I. Optimizaciya pitatel'nogo rezhima ozimoj pshenicy / N. I. Mamsirov, A. YU. Kishev, A. A. Mnatsakanyan / Agrarnyj vestnik Urala, 2022. – № 10 (225). – S. 21-32.

13. Mamsirov, N. I. Kompleksnoe issledovanie vozdejstviya stimulyatorov rosta i mikrobiudobreniya na produktivnost' ozimoj pshenicy / N. I. Mamsirov, A. A. Mnatsakanyan, A. V. Zagorul'ko, A. A. Makarov / Novye tekhnologii, 2022. – T. 18. № 4. – S. 180-191.

14. Mamsirov, N. I. Effektivnost' raznyh doz mineral'nyh udobrenij pod ozimuyu pshenicu / N. I. Mamsirov, A. A. Mnatsakanyan // Novye tekhnologii, 2021. – T. 17. – № 3. – S. 77-85.

15. Mnatsakanyan, A. A. Vodnyj rezhim pochvy v zavisimosti ot sistemy osnovnoj obrabotki pochvy v usloviyah central'noj zony Krasnodarskogo kraja / A. A. Mnatsakanyan, G. V. CHuvarleeva, A. S. Volkova // V sbornike: Effektivnye resheniya v prioritetnyh otraslyah APK v zasushlivyh regionah. Materialy Mezhdunarodnoj zaочноj nauchno-prakticheskoy konferencii. Sostavitel' V.V. Bychkova, 2020. – S. 95-99.

16. Mnatsakanyan, A. A. Prolongirovannye udobreniya v tekhnologii vzdelyvaniya ozimoj pshenicy v usloviyah Krasnodarskogo kraja / A. A. Mnatsakanyan // Zemledelie, 2023. – № 3. – S. 27-31.

17. Mnatsakanyan, A. A. Pokazateli plodorodiya chernozema vyshchelochennogo v zavisimosti ot sistem osnovnoj obrabotki pochvy / A. A. Mnatsakanyan, G. V. CHuvarleeva, O. B. Bykov // Zemledelie, 2022. – № 5. – S. 15-19.

18. Mnatsakanyan, A. A. Sovershenstvovanie tekhnologii vzdelyvaniya ozimoj pshenicy s ispol'zovaniem reguljatorov rosta i vodorastvorimogo mikrobiudobreniya pri razlichnom urovne azotnogo pitaniya v usloviyah central'noj zony krasnodarskogo kraja : diss... kand. s.-h. nauk / A. A. Mnatsakanyan //.– Krasnodar : KubGAU, 2018. – 153 s.

19. Pletnev, E. A. Vliyanie osnovnoj obrabotki pochvy na agrofizicheskie svojstva chernozema vyshchelochennogo i urozhajnost' ozimogo yachmenya / E. A. Pletnev, S. I. Luchinskij // V sb.: Nauchnoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa. Sb. st. po mat. 72-j nauch.-prakt. konf. studentov po itogam NIR za 2016 god, 2017. – S. 27-29.

20. Trubacheva, L. V. Vliyanie meliorativnyh meropriyatij na formirovanie urozhajnosti sel'skohozyajstvennyh kul'tur v usloviyah zony neustojchivogo uvlazhneniya Stavropol'skogo kraja / L. V. Trubacheva, O. I. Vlasova, E. V. Pis'mennaya, I. A. Vol'ters // Vestnik APK Verhnevolzh'ya, 2024. – № 4 (68). – S. 18-24.

21. Frolov, N. A. Vliyanie razlichnyh norm mineral'nyh udobrenij na produktivnost' ozimoy pshenicy v usloviyah Stavropol'skogo kraja / N. A. Frolov, S. I. Luchinskij // V sb.: Nauchnoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa. Sb. st. po mat. 78-j nauch.-prakt. konf. studentov po itogam NIR za 2022 god. V 3-h chastyah. Otv. za vypusk A. G. Koshchaev. – Krasnodar, 2023. – S. 120-123.

22. CHuvarleeva, G. V. Biologicheskaya aktivnost' pochvy v posevah ozimoy pshenicy v zavisimosti ot uslovij proizrastaniya / G. V. CHuvarleeva, A. A. Mnatsakanyan / Prirodoobustrojstvo, 2018. – № 5. – S. 108-113.

23. Esaulko, A. Productivity of winter wheat cultivated by direct seeding: measuring the effect of hydrothermal coefficient in the arid zone of central Fore-Caucasus / Esaulko A., Sitnikov V., Pismennaya E., Vlasova O., Golosnoi E., Ozheredova A., Ivolga A., Erokhin V. // Agriculture. 2023. T. 13. № 1. S. 55.

24. Kravchenko, R. V. Dynamics of agrophysical indicators of the soil under winter wheat crops while minimizing the main tillage / R. V. Kravchenko, S. I. Luchinskiy, Ya. B. Amzaeva // Polythematic online scientific journal of kuban state agrarian university. 2024. № 199. S. 61-68. – DOI 10.21515/1990-4665-199-007.

25. Mnatsakanyan, A. A. Biometric indicators of corn and basic tillage systems / Mnatsakanyan A.A., Chuvarleeva G.V., Bykov O.B., Volkova A.S. // V sbornike: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Ser. "International scientific and practical conference: Development of the agro-industrial complex in the context of robotization and digitalization of production in Russia and Abroad, DAICRA 2021" 2022. S. 012046.