

Гумбаров А.Д., Долобешкин Е.В.

ОЦЕНКА ИСХОДНОГО АГРОХИМИЧЕСКОГО ИНДЕКСА ПЛОДОРОДИЯ ПАШНИ ПО СРЕДНЕВЗВЕШЕННЫМ ИНТЕГРАЛЬНЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Гумбаров Анатолий Дмитриевич, доктор технических наук, профессор кафедры «Сопротивление материалов»

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина», Краснодар, Россия

Тел.: 8 (918) 660 46 12

E-mail: Tolikgumb@hotmail.com

Долобешкин Евгений Викторович, старший преподаватель, соискатель кафедры «Сопротивление материалов»

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина», Краснодар, Россия

Тел.: 8 (928) 241 50 49

E-mail: EV_Dolobeshkin@mail.ru

Оценка исходного состояния плодородия пашни на основе агрохимического анализа почвы, дает возможность определить направленность комплекса мелиоративных мероприятий, позволяющих повысить плодородие почвы. Необходимость в этом обусловлена развитием деградационных процессов в почве, вследствие чего резко сократились запасы гумуса почвы и основных питательных веществ, необходимых для продуктивного развития растений. Авторами статьи предлагается оценка исходного плодородия пашни по основным агрохимическим показателям (гумус G , азот N , фосфор P , калий K и гидролитическая кислотность H_2). В основе оценочного анализа заложен «интегральный показатель плодородия почвы» предложенный Пеговым С.А., и Хомяковым П.М. На основе данных почвенных обследований агрохимической лабораторией в СПК Колхозе «Память Ленина», проведен анализ исходного средневзвешенного агрохимического состояния пашни, по результатам которого были установлены показатели исходного – S). При максимальных запасах гумуса $G = 600$ т/га, и в условиях отсутствия дефицита основных элементов минерального питания ($N:P:K = 1:0,5:1$) и гидролитической кислотности $H_2 = 1$, составляющие индекса плодородия почвы равны: $S_G = 6,4$ ед., $S_{NPK} = 8,5$ ед., $S_{H_2} = 5,1$ ед., а обобщенный индекс почвы $S = 20$ ед. Анализ исходного состояния пашни явно выделяет дефицит двух составляющих плодородия: $S_G = 2,93$ ед., $S_{NPK} = 3,06$ ед., что составляют 46,3 % и 58,6 % от максимального. Комплекс мелиоративных мероприятий должен быть направлен: увеличение запасов гумуса в почве, как следствие дополнительного поступления биомассы почвы; повышения доз минеральных удобрений, доведя соотношение элементов минерального питания до оптимального. Для определения тренда изменения состояния пашни необходимо провести её прогнозирование.

Ключевые слова: плодородие, гумус, индекс почвы, пашня, исходное состояние, динамика, прогнозирование, питательные вещества.

Для цитирования: Гумбаров А.Д., Долобешкин Е.В. Оценка исходного агрохимического индекса плодородия пашни по средневзвешенным интегральным показателям // Новые технологии. 2019. Вып. 2(48). С. 204-216. DOI: 10.24411/2072-0920-2019-10220.

Gumbarov A.D., Dolobeshkin E.V.
**ESTIMATION OF THE INITIAL AGROCHEMICAL INDEX
OF FARMLAND FERTILITY BY AVERAGE WEIGHTED
INTEGRAL INDICES**

Gumbarov Anatoly Dmitrievich, Doctor of technical sciences, a professor of the Department of the Performance of Construction Materials

FSBEI HE «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin», Krasnodar, Russia
tel.: 8 (918) 660 46 12

E-mail: Tolikgumb@hotmail.com

Dolobeshkin Evgeny Victorovich, a senior lecturer, an applicant,
Department of the Performance of Construction Materials

FSBEI HE «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin», Krasnodar, Russia
tel.: 8 (928) 241 50 49

E-mail: EV_Dolobeshkin@mail.ru

An assessment of the initial state of farmland fertility on the basis of an agrochemical soil analysis makes it possible to determine the direction of the complex of land reclamation measures that help to increase soil fertility. The need for this is due to the development of degradation processes in the soil, as a result of which the reserves of soil humus and essential nutrients that are necessary for the productive development of plants have decreased. The authors of the article propose an assessment of the initial fertility of farmland by the main agrochemical parameters (humus G, nitrogen N, phosphorus P, potassium K and hydrolytic acidity Hg). The evaluation analysis is based on the «integral soil fertility index» proposed by S.A. Pegov and P.M. Khomyakov. The agrochemical laboratory in the APC Kolkhoz «Pamyat Lenina» conducted analysis of the initial weighted average agrochemical state of farmland on the basis of soil survey data, and according to the results established the indicators of the initial and maximum fertility index (SG, SNPK, SH₂ and generalized soil index - S). With maximum reserves of humus G = 600 t / ha, and in the absence of a shortage of basic mineral nutrition elements (N: P: K = 1: 0.5: 1) and hydrolytic acidity Hg = 1, the components of the soil fertility index are: SG = 6.4 units, SNPK = 8.5 units, SH₂ = 5.1 units, and the generalized soil index S = 20 units. An analysis of the initial state of arable land clearly identifies a deficiency in two components of fertility: SG = 2.93 units, SNPK = 3.06 units, which is 46.3 % and 58.6 % of the maximum.

Set of ameliorative measures should be directed to an increase in the humus reserves in the soil, as a result, additional supply of soil biomass; increasing doses of mineral fertilizers, bringing the ratio of mineral nutrients to the optimum. To determine the trend of changes in the state of farmland, it is necessary to conduct its forecasting.

Key words: *Fertility, humus, soil index, farmland, initial state, dynamics, forecasting, nutrients.*

For citation: Gumbarov A.D., Dolobeshkin E.V. Estimation of the initial agrochemical index of farmland fertility by average weighted integral indices // *Novye tehnologii (Majkop)*. 2019. Vol. 2 (48). P. 204-216. DOI: 10.24411/2072-0920-2019-10220.

Введение: «Значение почвы как основного средства сельскохозяйственного производства определяется ее основным свойством – плодородием.

Плодородие – это способность почвы удовлетворять потребность растений во всех необходимых им условиях (элементах питания, воде, воздухе, тепле и др.) для нормального

роста и развития» [1]. Активная антропогенная деятельность человека приводит к заметному снижению плодородия почв. В результате деградационных процессов в почве происходит снижению запасов биомассы, гумуса и основных питательных веществ [2, 3]. Оценкой земельных ресурсов в свое время занимались такие ученые как: Исаченко А.Г., Булгаков Д.С., Голованов А.И., Сурикова Т.И., Сухарев Ю.И. и др. [4-7]. В своих работах авторы затрагивали отдельные аспекты при решении данной проблемы. Оценка исходного состояния плодородия пашни, и его анализ, позволяет определить направленность мелиоративных мероприятий, позволяющих повысить плодородие почвы. На наш взгляд необходим единый комплексный подход к методике оценки и прогнозирования агресурсного потенциала, его наличия и использования в конкретном регионе [8, 9].

Цели и задачи: Целью научного исследования является оценка исходного плодородия пашни на основе основных агрохимических показателей, для выработки направления комплекса мелиоративных мероприятий. Постановка вопроса о необходимости прогнозирования для определения тренда изменения состояния пашни по основным агрохимическим показателям.

Методы исследования: Для количественной оценки плодородия почв выбран интегральный показатель плодородия – «индекс почвы» (Пегов С.А. и Хомяков П.М.), который включает в себя оптимальное число параметров характеризующих плодородие (запасы гумуса, запасы элементов минерального питания и гидролитическая кислотность) [10].

Не предоставляется возможности говорить о «плодородности» почвы при наличии в ней дефицита органических и минеральных элементов питания, а также при больших значениях гидролитической кислотности.

Формула индекса почвы S имеет вид [10]:

$$S = S_G + S_{NPK} + S_{H_2} = k_G f \Gamma + k_{NPK} f N, P, K + k_{H_2} f H_2, \quad (1)$$

где k – весовые коэффициенты продуктивности степной растительности, т/га; f – функции от параметров, (Γ , NPK , H_2); ($0 \leq f \leq 1$); S_G – показатель влияния гумуса на обобщенный индекс почвы; S_{NPK} – показатель влияния минеральных питательных веществ на обобщенный индекс почвы; S_{H_2} – показатель влияния кислотности почвы на обобщенный индекс почвы.

Авторами предлагаемой оценки плодородия, в результате сравнения индексов почвы при $f(\Gamma, NPK, H_2) = 1$ и при $f(\Gamma, NPK, H_2) = 0$, были определены весовые коэффициенты максимальной продуктивности степной растительности: $k_G = 6,4$, $k_{NPK} = 8,5$, $k_{H_2} = 5,1$.

В конечном итоге составляющие индекса плодородия почвы имеют вид:

$$S_G = 6,4 \Gamma + 0,2 \Gamma_\phi / 600 \quad (2)$$

$$S_{NPK} = 8,5 * \sqrt[3]{NPK \delta} \quad (3)$$

$$S_{H_2} = 5,1 \cdot e^{-|H_2-1|/4} \quad (4)$$

здесь $N = N_\phi / N_{max}$, $P = P_\phi / P_{max}$, $K = K_\phi / K_{max}$ – относительное содержание NPK; δ – коэффициент усвояемости удобрений растениями. При $H_2 = 1$ (нейтральная кислотность почвы) $\delta = 1$; H_2 – гидролитическая кислотность почвы.

При отсутствии дефицита минеральных элементов питания и наличии нейтральной кислотности выражения 3 и 4 приобретают вид:

$$S_{NPK} = 8,5 * \sqrt[3]{NPK\delta} = 8,5 \sqrt[3]{1 * 0,5 * 1 * 1} = 6,75 \quad (5)$$

$$S_{H_2} = 5,1 * e^{-H_2 - 1/4} = 5,1 \quad (6)$$

Обработка данных исследований [11-15] позволила определить по эмпирическим зависимостям величины относительного содержания азота – $N = N_{\phi}/N_{max}$, фосфора – $P = P_{\phi}/P_{max}$, калия – $K = K_{\phi}/K_{max}$ в почве, а также коэффициент усвояемости удобрений растениями – δ и гидролитической кислотности – H_2 , необходимые для расчета индекса плодородия:

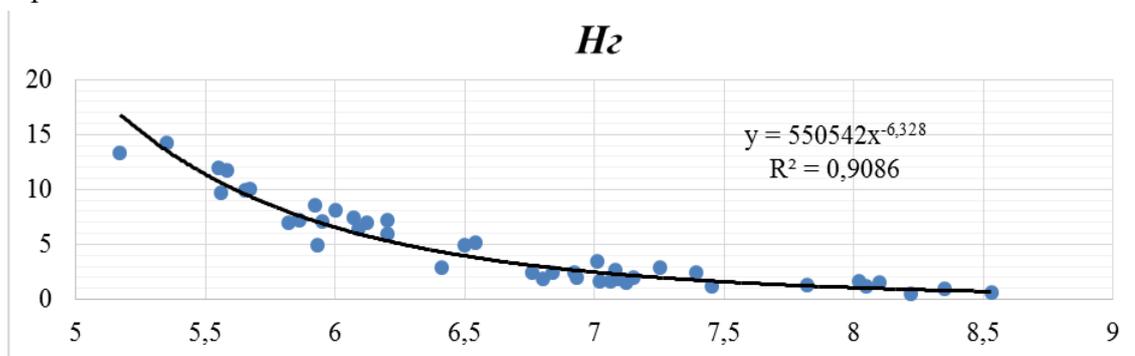


Рис. 1. Гидролитическая кислотность H_2 от pH

$$H_2 = 550542 pH_{H_2O}^{(-6,328)} \quad (7)$$

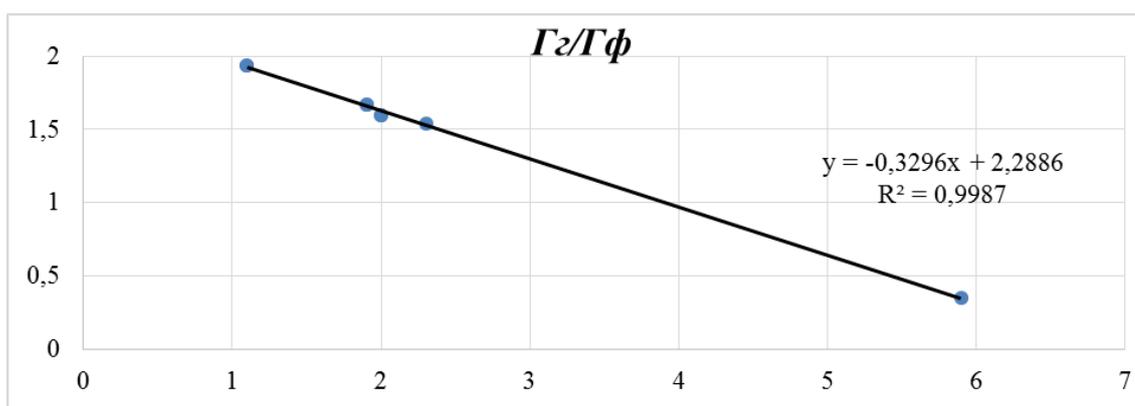


Рис. 2. Отношение гуматов к фульватам G_z/G_f от H_2

$$G_z/G_f = -0,3276H_2 + 2,2878 \quad (8)$$

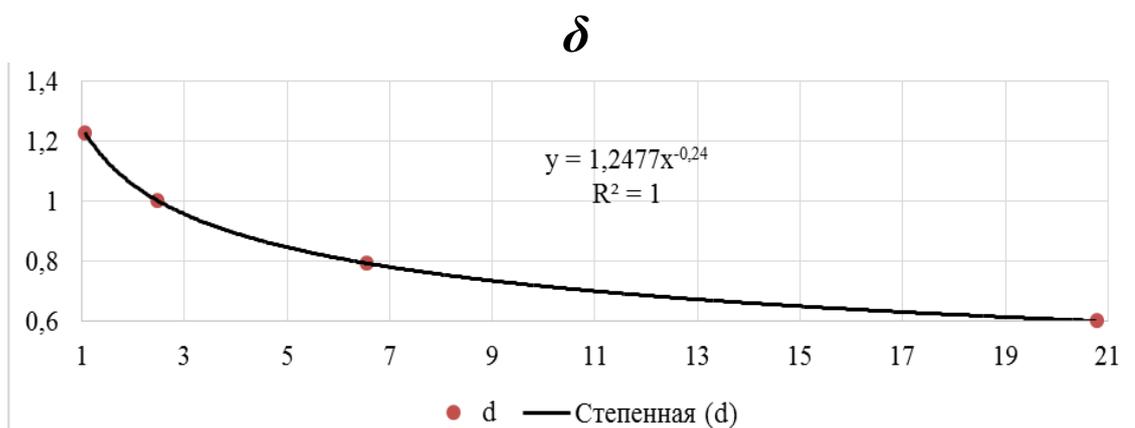


Рис. 3. Коэффициент усвояемости удобрений растениями δ от H_2

$$\delta = 1,2477H_2 - 0,24 \quad (9)$$

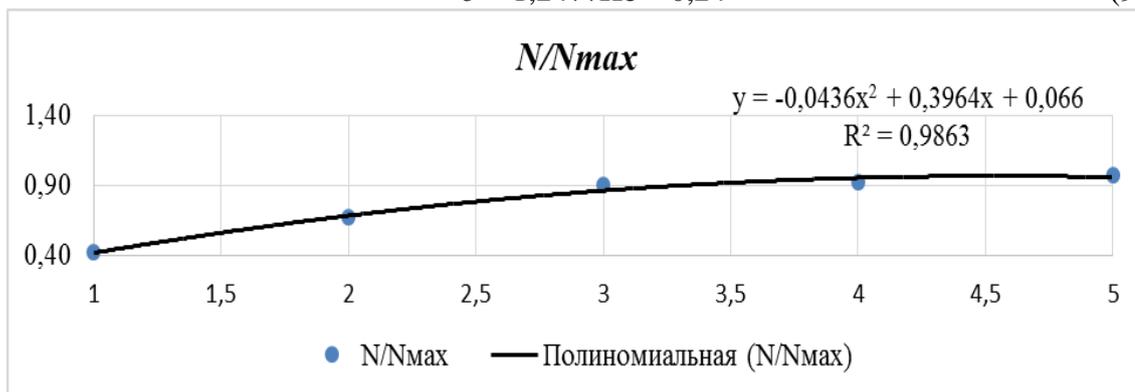


Рис. 4. Относительное содержание *N* от процентного содержания гумуса в почве

$$N/Nmax = -0,0436 \cdot \Gamma_{\%}^2 + 0,3964 \cdot \Gamma_{\%} + 0,066 \quad (10)$$

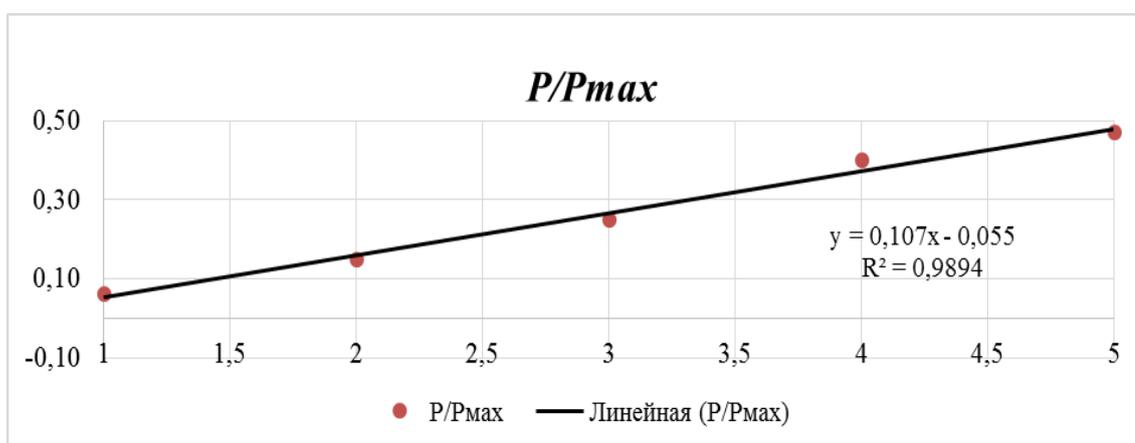


Рис. 5. Относительное содержание *P* от процентного содержания гумуса в почве

$$P/Pmax = 0,107 \cdot \Gamma_{\%} - 0,055 \quad (11)$$

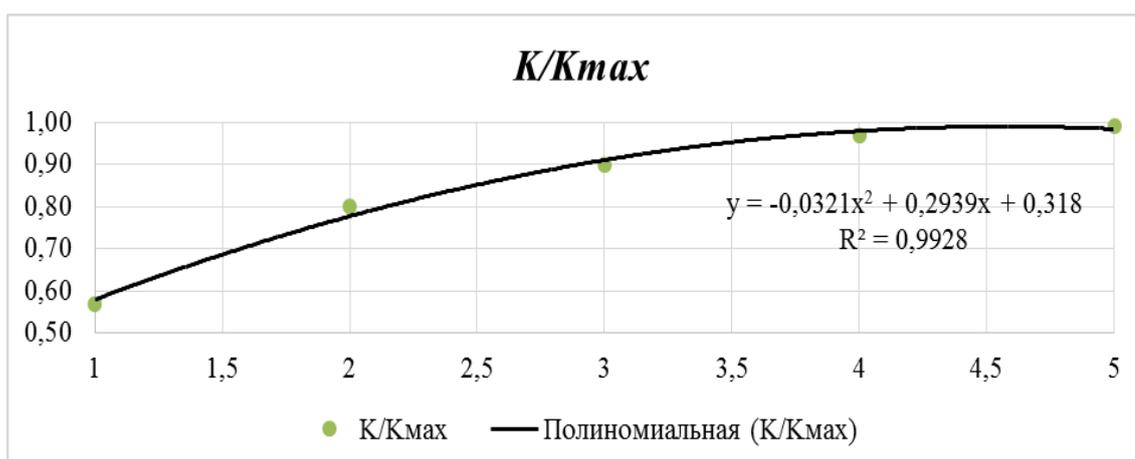


Рис. 6. Относительное содержание *K* от процентного содержания гумуса в почве

$$K/Kmax = -0,0321 \cdot \Gamma_{\%}^2 + 0,2939 \cdot \Gamma_{\%} + 0,318 \quad (12)$$

Результаты исследования: Нами рассмотрена пашня СПК Колхоза «Память Ленина» Тимашевского района Краснодарского края [16]. Землепользование СПК колхоза "Память Ленина" состоит из двух участков. Основной участок №1 расположен в северной части Тимашевского района, а участок №2 южнее г. Тимашевска. Он значительно удален от центральной усадьбы (на 25 км). В сельскохозяйственном производстве используется более 86% (7618 га) земель хозяйства, из них 91,3 % (6953 га) занято пашей. Структуру пашни составляют 4 богарных полевых севооборота и 3 орошаемых (2 кормовых, 1

овощной) севооборота. Приведена экспликация сельскохозяйственных культур входящих в состав севооборотов пашни СПК «Память Ленина» (таблица 1).

Таблица 1 - Экспликация сельскохозяйственных культур пашни

Культуры	Богара			Орошение			Пашня	
	Пло- щадь, га	Доля в		Пло- щадь, га	Доля в		Пло- щадь, га	Доля
		богаре	пашни		орошение	пашни		
Озимая пшеница	2009	0,380	0,289	343	0,206	0,049	2352	0,338
Озимые на ЗК				75	0,045	0,011	75	0,011
Яровой ячмень				46	0,028	0,007	46	0,007
Озимый ячмень	498	0,094	0,072				498	0,072
Овёс	20	0,004	0,003				20	0,003
Горох	285	0,054	0,041				285	0,041
Соя				161	0,097	0,023	161	0,023
Кукуруза на зерно	493	0,093	0,071	66	0,039	0,009	559	0,080
Подсолнечник	538	0,102	0,077				538	0,077
Кукуруза на силос	250	0,047	0,036				250	0,036
Сахарная свекла	1009	0,191	0,145				1009	0,145
Картофель	6	0,001	0,001				6	0,001
Овощи (помидоры)	42	0,008	0,006	126	0,076	0,018	168	0,024
Бахча	40	0,008	0,006				40	0,006
Кормовая свекла	20	0,004	0,003	69	0,041	0,010	89	0,013
Люцерна	76	0,014	0,011	781	0,469	0,112	857	0,123
Итого по пашни	5286	1,000	0,760	1667			6953	1,0

На основе данных почвенных обследований полей севооборотов, проводимых Краснодарской краевой агрохимической лабораторией в 1976 году в СПК Колхозе «Память Ленина» [16], по средневзвешенным показателям проведен анализ исходного агрохимического состояния каждого севооборота пашни (горизонт 100 см) (таблица 2, 3, 4).

Таблица 2 - Агрохимические показатели исходного состояния богары
 (черноземы обыкновенные малогумусные, черноземы обыкновенные слабогумусные,
 черноземы обыкновенные слабогумусные слабосмытые,
 черноземы обыкновенные слабогумусные смытые)

Богара		Мощность горизонта h, см	Плотность α , г/см ³	h α , г/см ²	запасы гумуса %	запасы гумуса	N _{ГУМ}	P ₂ O ₅	K ₂ O	pH _{ВОД}
Площадь, га	доля					т/га	кг/га			
		0-100								
9-польный полевой севооборот (черноземы обыкновенные малогумусные, черноземы обыкновенные слабогумусные, черноземы обыкновенные слабогумусные слабосмытые, черноземы обыкновенные слабогумусные смытые)										
909	0,172	100	1,29	129,18	2,99	386	19306	145	3853	8,13
11-польный полевой севооборот (черноземы обыкновенные слабогумусные, черноземы обыкновенные слабогумусные слабосмытые)										
2407	0,455	100	1,29	128,74	3,01	388	19407	142	4088	8,11
10-польный полевой севооборот (черноземы обыкновенные слабогумусные, черноземы обыкновенные слабогумусные слабосмытые, черноземы обыкновенные слабогумусные смытые)										
1250	0,236	100	1,29	128,76	2,83	365	18227	146	4086	8,14
8-польный полевой севооборот (черноземы обыкновенные слабогумусные, черноземы обыкновенные слабогумусные слабосмытые)										
720	0,136	100	1,29	128,64	2,65	341	17044	157	3698	8,12
Средневзвешенный итог по богаре										
5286	1,000	100	1,29	128,8	2,92	376	18789	146	3994	8,12

Таблица 3 - Агрохимические показатели исходного состояния орошаемой пашни
(черноземы обыкновенные слабогумусные, черноземы типичные слабогумусные,
черноземы выщелочные)

Орошаемая пашня		Мощность горизонта h, см	Плотность α , г/см ³	h α , г/см ²	запасы гумуса %	N _{ГУМ} т/га	P ₂ O ₅ кг/га	K ₂ O кг/га	pH _{ВОД}	
Площадь, га	доля									
6-польный кормовой севооборот (черноземы обыкновенные слабогумусные)										
449	0,269	100	1,29	128,75	3,06	394	19694	113,86	4033	8,10
6-польный кормовой севооборот (черноземы обыкновенные слабогумусные, черноземы типичные слабогумусные)										
1016	0,609	100	1,30	129,66	3,09	401	20035	159,12	4045	8,06
6-польный овощной севооборот (черноземы выщелочные)										
202	0,121	100	1,34	133,77	2,73	365	18242	133,70	4279	7,20
Средневзвешенный итог по орошаемой пашни										
1667	1,000	100	1,30	129,91	3,04	395	19726	143,85	4070	7,96

Таблица 4 – Агрохимические показатели исходного состояния всей пашни

Пашня		Мощность горизонта h, см	Плотность α , г/см ³	h α , г/см ²	Запасы гумуса %	N _{ГУМ} т/га	P ₂ O ₅ кг/га	K ₂ O кг/га	pH _{ВОД}	
Площадь га	Доля									
Неорошаемая пашня (Богара)										
5286	0,760	100	1,29	128,8	2,92	376	18789	146	3994	8,12
Орошаемая пашня										
1667	0,240	100	1,30	129,91	3,04	395	19726	143,85	4070	7,96
Средневзвешенный итог пашни в целом										
6953	1,000	100	1,29	129,07	2,95	380	19013	145,14	4012	8,08

По результатам расчетов средневзвешенных агрохимических показателей соответствующих таблиц определены относительные и максимальные показатели содержания азота – $N = N_{\phi}/N_{max}$, фосфора – $P = P_{\phi}/P_{max}$, калия – $K = K_{\phi}/K_{max}$, коэффициента усвояемости удобрений растениями – δ и гидролитической кислотности – H_2 (таблица 5).

Таблица 5 - Характеристика состояния почвы

Агрохимические показатели почвы		Богара		Орошение		Пашня	
		исходное состояние	МАХ	исходное состояние	МАХ	исходное состояние	МАХ
H_2		0,97		1,09		0,99	
□		0,96		1,12		1,00	
Гумус	т/га	375,8	441,4	394,5	454,6	380,3	444,5
	$G_2/G\phi$	1,97		1,93		1,96	
	G_2	249,3	600,0	259,9	600,0	251,9	600,0
	$G\phi$	126,5		134,7		128,4	
N	кг/га	18789	22069	19726	22729	19013	22227
	N/N_{max}	0,8514		0,8679		0,8554	
P_2O_5	кг/га	146	566	144	533	145	558
	P/P_{max}	0,2572		0,2701		0,2602	
K_2O	кг/га	3994	4427	4070	4450	4012	4432
	K/K_{max}	0,9022		0,9146		0,9053	

На основании полученных результатов проведен расчет исходных интегральных показателей – $S_G S_{NPK} S_{H_2}$. В результате чего был получен обобщенный интегральный показатель исходного плодородия пашни – S (индекс почвы) (таблица 6).

Таблица 6 - Интегральные показатели плодородия почвы

Индекс почвы	Богара		Орошение		Пашня	
	исходное состояние	МАХ	исходное состояние	МАХ	исходное состояние	МАХ
S_G	2,93	6,4	3,06	6,4	2,96	6,4
S_{NPK}	4,89	8,5	5,29	8,5	4,98	8,5
S_{H_2}	5,06	5,1	4,98	5,1	5,09	5,1
S	12,88	20	13,33	20	13,04	20

Заключение: Анализ исходного состояния пашни от максимально возможного по интегральным показателям индекса почвы, явно выделяет две составляющие плодородия; запасы гумуса S_G и запасы основных элементов минерального питания S_{NPK} . Наблюдается явно выраженный дефицит (отрицательный баланс) в разнице максимального и исходного состояния соответствующих показателей; $\Delta S_G = -3,44$ ед., $\Delta S_{NPK} = -3,52$ ед. При этом показатели плодородия S_G и S_{NPK} составляют лишь 46,3% и 58,6% соответственно от максимального. Необходимо заметить, что исходный показатель гидролитической кислотности S_{H_2} практически идентичен максимальному; $\Delta S_{H_2} = -0,01$ ед. – что составляет 99,8 % от максимального и свидетельствует об отсутствии дефицита. Обобщенный интегральный показатель плодородия пашни S составляет 65,2 % от максимального при балансе в $\Delta S = -6,96$ ед. (таблица 7). Запасы гумуса и азота почвы находятся на уровне 85,5 %, K_2O – 90,5 %, запасы фосфора – наименьшие из основных питательных веществ почвы составляют P_2O_5 – 26 %.

Таблица 7 - Оценка исходного плодородия пашни.

Показатели пашни	S_G	S_{NPK}	S_{H_2}	S	G , т/га	N , т/га	P_2O_5 , т/га	K_2O , т/га
Исходное	2,96	4,98	5,09	13,04	380,3	19013	145	4012
Мах	6,4	8,5	5,1	20	444,5	22227	558	4432
Δ (баланс)	-3,44	-3,52	-0,01	-6,96	-64,2	-3214	-413	-420
% от мах	46,3	58,6	99,8	65,2	85,6	85,5	26,0	90,5

Выводы: Приведенный анализ исходного состояния плодородия пашни позволяет определить направленность комплекса мелиоративных мероприятий, позволяющих повысить плодородие почвы:

- увеличение содержания гумуса в почве S_G , что может быть достигнуто путем дополнительного поступления биомассы почвы, т.е. побочной продукцией;
- увеличение значения показателя S_{NPK} , доведя соотношение $N:P:K = 1:0,5:1$, что может быть достигнуто через повышение содержания запасов гумуса и подачи органических и минеральных удобрений;
- увеличение значения показателя S_{H_2} путем проведения химических мелиорации для получения нейтральной реакции почвы.

Для определения тренда изменения состояния пашни необходимо провести её прогнозирование. При этом основным критерием прогнозирования является отслеживание динамики запасов гумуса и запасов основных элементов минерального питания NPK . В решении данного вопроса за основу принята «Математическая модель динамики плодородия почвы», которая в полном объеме учитывает вышеперечисленные рекомендации [17].

Литература:

1. Марчик Т.П., Ефремов А.Л. Почвоведение с основами растениеводства: учебное пособие. Гродно: ГрГУ, 2006. 249 с.
2. Гумбаров А.Д., Долобешкин Е.В. Влияние антропогенной деятельности на тепловой режим и запасы биомассы почвы // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2010. Т. 1, №22. С. 189-191.
3. Гумбаров А.Д., Долобешкин Е.В. Динамика запасов биомассы почвы и ее стабилизация в процессе перехода с биоценоза на агроценоз // Научная жизнь. 2019. Т. 14, вып. 2. С. 199-204.
4. Buntig В.Т., Yunberg I. The humus profile-concept, class and reality // Geoderma. 1987. V. 40, nr. 1-2. P. 17-36.
5. Исаченко А.Г. Оптимизация природной среды: географический аспект. Москва: Мысль, 1980. 264 с.
6. Булгаков Д.С. Агрэкологическая оценка пахотных почв. Москва, 2002. 250 с.
7. Основы природообустройства / Голованов А.И. [и др.]. Москва: Колос, 2001.
8. Гумбаров А.Д. Комплексные мелиорации в дельте реки Кубань. Краснодар: Советская Кубань, 2001.
9. Гумбаров А.Д., Долобешкин Е.В. Речные дельты как природные геосистемы // Научная жизнь. 2019. Т. 14, вып. 1. С. 110-117.
10. Пегов С.А., Хомяков П.М. Моделирование развития экологических систем. Ленинград: Гидрометеиздат, 1991. 221 с.

11. Айдаров И.П. Перспективы развития комплексных мелиораций в России. Москва, 2004. 104 с.
12. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий / под ред. В.И. Кирюшина. Москва: Росинформагротех, 2005. 794 с.
13. Динамика баланса гумуса на пахотных землях Российской Федерации. Москва: РосНИИземпроект, 1998.
14. Биологическая продуктивность и круговорот химических элементов в растительных сообществах / отв. ред. Н.И. Базилевич, Л.Е. Родин. Ленинград: Наука, 1971. 313 с.
15. Система земледелия Краснодарского края на агроландшафтной основе. Краснодар, 2015.
16. Отчет о проведении методической работы по агрохимическому обследованию почв в колхозе «Память Ленина» Тимашевского района за 1975 год. Краснодар, 1976.
17. Математическая модель динамики плодородия почвы: свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2018619721. Рос.Федерация / Гумбаров А.Д., Долобешкин Е.В.; правообладатель ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»; №2018617240; дата регистрации в Реестре программ для ЭВМ 10.08.2018, Бюл. №1.

Literature:

1. Marchik, T.P., Efremov A.L. Soil science with the basics of Crop production: a textbook. Grodno: GrSU, 2006. 249 p.
2. Gumbarov A.D., Dolobeshkin E.V. The influence of anthropogenic activity on the thermal regime and soil biomass reserves // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. 2010. Vol. 1, No. 22. P. 189-191.
3. Gumbarov A.D., Dolobeshkin E.V. Dynamics of soil biomass stocks and its stabilization in the process of transition from biocenosis to agrocenosis // Scientific Life. 2019. V. 14, No. 2. P. 199-204.
4. Buntig B.T., Yunberg I. The humus profile-concept, class and reality // Geoderma. 1987. V. 40, Nr.1-2. P. 17-36.
5. Isachenko A.G. Optimization of the natural environment: a geographical aspect. Moscow: Mysl, 1980. 264 p.
6. Bulgakov D.S. Agroecological assessment of arable soil. Moscow, 2002. 250 p.
7. Basics of environmental management / Golovanov A.I. [et al.]. Moscow: Kolos, 2001.
8. Gumbarov A.D. Integrated land reclamation in the delta of the river Kuban. Krasnodar: Soviet Kuban, 2001.
9. Gumbarov A.D., Dolobeshkin E.V. River deltas as natural geosystems // Scientific Life. 2019. V. 14, no. 1. P. 110-117.
10. Pegov S.A., Khomyakov P.M. Modeling the development of ecological systems. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1991. 221 p.
11. Aydarov I.P. Prospects for the development of integrated land reclamation in Russia. Moscow, 2004. 104 p.
12. Agroecological assessment of land, design of adaptive-landscape farming systems and agrotechnologies / ed. By V.I. Kiryushin Moscow: Rosinformagrotech, 2005. 794 p.
13. Dynamics of humus balance on arable lands of the Russian Federation. Moscow: RosNIИземproject, 1998.

14. Biological productivity and circulation of chemical elements in plant communities / ch. ed. N.I. Bazilevich, L.E. Rodin. Leningrad: Nauka, 1971. 313 p.
15. Farming system of the Krasnodar territory on an agrolandscape basis. Krasnodar 2015.
16. Report on the methodological work on the agrochemical survey of soils on the collective farm «Pamyat Lenina» in the Timashevsk district for 1975. Krasnodar, 1976.
17. Mathematical model of the dynamics of soil fertility: certificate of state registration of the computer program 2018619721. The Russ. Federation / Gumbarov A.D., Dolobeshkin E.V.; the rights holder is Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin; №2018617240; date of registration in the Register of computer programs 10.08.2018, Bull. No. 1.