

**Гумбаров А.Д., Долобешкин Е.В.**

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ БАЛАНСА ГУМУСА ПОД ЗЕРНОВЫМИ И  
МНОГОЛЕТНИМИ БОБОВЫМИ КУЛЬТУРАМИ ПАШНИ**

Гумбаров Анатолий Дмитриевич, доктор технических наук, профессор кафедры «Соппротивление 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 «Соппротивление 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

*На снижение запасов гумуса, как одной из составляющей плодородия почвы, оказывает влияние дефицит запасов биомассы почвы на землях находящихся в сельскохозяйственном обороте. Накопление запасов гумуса в агроландшафте является многофакторным процессом. В статье авторами рассмотрен «сальдо гумуса» как фактор, влияющий на общие запасы гумуса в почве. Методика расчета баланса гумуса основана на учете содержания азота в гумусе. Сравнительный анализ обработанных данных исследования в СПК Колхозе «Память Ленина» Тимашевского района Краснодарского края показывает, что на сальдо гумуса влияет доля и урожайность сельскохозяйственных культур. Так для зерновых (гумусопотребляющих) культур увеличение урожая приводит к увеличению отрицательного баланса гумуса под культурой:  $+(У) = +(-ΔГ)$ . Обратная ситуация под многолетними бобовыми (гумусообразующими) культурами:  $+(У) = +(ΔГ)$ . Кроме этого большая доля зерновых (рентабельных) культур в составе пашни главным отрицательным образом влияет на средневзвешенный баланс гумуса пашни. Тем самым незначительная доля многолетних культур не позволяет перекрыть отрицательной динамики баланса гумуса пашни. Увеличение доли многолетних бобовых культур, при стабильных показателях урожая, сыграло бы важную роль в восстановлении и стабилизации запасов гумуса пашни.*

**Ключевые слова:** баланс гумуса, азот, пашня, доля, урожайность, динамика, люцерна на сено, озимая пшеница.

**Для цитирования:** Гумбаров А.Д., Долобешкин Е.В. Сравнительный анализ баланса гумуса под зерновыми и многолетними бобовыми культурами пашни // Новые технологии. 2019. Вып. 2(48). С. 217-227. DOI: 10.24411/2072-0920-2019-10221.

**Gumbarov A.D., Dolobeshkin E.V.**

**COMPARATIVE ANALYSIS OF HUMUS BALANCE UNDER GRAIN  
CROPS AND PERENNIAL BEAN CULTURES OF A FARMLAND**

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

*The reduction of humus reserves, as one of the components of soil fertility, is influenced by the shortage of soil biomass on lands in agricultural use. The accumulation of humus reserves in the agrolandscape is a multifactorial process. In the article, the authors examined the "humus balance" as a factor influencing the total humus reserves in the soil. The method of calculating the balance of humus is based on the content of nitrogen in the humus. A comparative analysis of the processed research data in the SEC Kolkhoz «Memory of Lenin» in the Timashevsky district of the Krasnodar Territory shows that the proportion and yield of crops affect the balance of humus. So for grain (humus-consuming) crops, an increase in yield leads to an increase in the negative balance of humus under the crop:  $+(Y) = +(-\Delta\Gamma)$ . The opposite situation under perennial leguminous (humus-forming) crops:  $+(Y) = +(\Delta\Gamma)$ . In addition, a large proportion of grain (profitable) crops in the composition of arable land mainly negatively affects the average weighted humus balance of arable land. Thus, a small proportion of perennial crops does not allow for overlapping the negative dynamics of the humus balance of arable land. An increase in the share of perennial legumes, with a stable yield, would play an important role in restoring and stabilizing arable land humus reserves.*

**Key words:** Humus balance, nitrogen, farmland, share, yield, dynamics, alfalfa for hay, winter wheat.

**For citation:** Gumbarov A.D., Dolobeshkin E.V. Comparative analysis of the balance of humus under grain crops and perennial bean cultures of a farmland // Novye tehnologii (Majkop). 2019. Vol. 2 (48). P. 217-227. DOI: 10.24411/2072-0920-2019-10221.

**Введение.** Плодородие почв в основном зависит от количества, состава гумуса и основных питательных элементов почвы (NPK). На землях, находящихся в сельскохозяйственном обороте, вследствие уменьшения запасов биомассы в почве постепенно образуется дефицит гумуса [1]. Сбалансированность по содержанию гумуса в почве может быть достигнута в том случае, когда потребление его культурными растениями полностью перекрывается внесением органических и минеральных удобрений, посевами многолетних бобовых трав, с большей долей в пашне, и внесением обратно в поле побочной продукции (стебли растений, солома, ботва).

Потребность сельскохозяйственных культур в азоте, при оптимальных дозах внесения азотосодержащих минеральных удобрений, удовлетворяется на 50% за счет органического вещества почвы (гумуса) и на 50% за счет удобрений вносимых в почву [2, 3]. Расчетом баланса гумуса в свое время занимались такие авторы как Крылатов и Немцов [2-4]. Их расчет основывался на данных короткого периода изучения. Особую актуальность представляет возможность отслеживания динамики изменения баланса

гумуса пахотных земель, как результат изменяющихся величин урожайности сельскохозяйственных культур и структуры пашни в течение длительного периода времени.

**Цели и задачи.** Изучение и анализ динамики баланса гумуса при меняющихся условиях структуры сельскохозяйственных угодий пашни и величин урожайности сельскохозяйственных культур. Описание зависимости баланса гумуса от урожая для зерновых и многолетних бобовых культур.

**Методы исследования.** Методика расчета баланса гумуса основана на учете содержания азота в гумусе. В основу определения динамики гумуса положены методические указания по расчету гумуса почв [2], с включенным рядом уточнений в технологию расчета РосНИИземпроекта [5].

В решении данного вопроса за основу принята «Математическая модель динамики плодородия почвы», которая учитывает все вышеперечисленные рекомендации по методике ведения расчета [6, 7].

Алгоритм расчета баланса гумуса можно свести к следующим действиям:

*Определение массы частей растений и содержание в них азота*

Фитомасса растений  $\Phi$  является суммой четырех составляющих:

$$\Phi = Y + П + P + K, \text{ ц/га}, \quad (1)$$

где  $Y$  – урожай культуры;  $П$  – побочная продукция (стебли растений, ботва);  $P$  – растительные остатки (стерня, опавшие сухие листья);  $K$  – корневые остатки, остающиеся в почве после уборки.

Масса частей растений определяется по уравнениям регрессии в зависимости от урожая [5-7] (таблица 1).

Таблица 1 - Характеристика сельскохозяйственных культур пашни

Уравнения регрессии для определения побочной продукции и растительных и корневых остатков в зависимости от урожая основной продукции, ц/га					Содержание азота в частях культурных растений (% от воздушно сухого вещества)				Коэффициент гумификации (P+K), Кгум
Культуры	Уравнения регрессии для определения массы				Y	П	P	K	
	У – урожайность культур	П – побочной продукции и (солома, ботва)	Р – поверхностных растительных остатков	К – корневые остатки					
Пшеница озимая	10-25	1,7у+3,4	0,4у+0,6	0,9у+5,8	2,8	0,45	0,45	0,75	0,2
	26-40	0,8у+25,9	0,1у+8,9	0,7у+10,2	2,8	0,45	0,45	0,75	0,2
Озимая рожь	10-25	1,8у+3,8	0,3у+3,2	0,6у+8,9	2,2	0,45	0,45	0,75	0,2
	26-40	1,8у+3,8	0,2у+6,3	0,6у+13,9	2,2	0,45	0,45	0,75	0,2
Пшеница яровая	10-20	1,3у+4,2	0,4у+1,3	0,8у+6,5	3,4	0,67	0,65	0,8	0,2
	21-30	0,5у+19,8	0,2у+5,4	0,8у+6,0	3,4	0,67	0,65	0,8	0,2
Ячмень	10-20	0,9у+6,5	0,4у+1,8	0,8у+6,5	2,1	0,5	0,5	1,2	0,2
	21-35	0,9у+7,2	0,09у+7,6	0,4у+13,4	2,1	0,5	0,5	1,2	0,2
Овес	10-20	1,5у+1,2	0,3у+3,2	1,0у+2,0	2,3	0,65	0,6	0,75	0,2
	21-35	0,7у+17,2	0,15у+6,1	0,4у+16	2,3	0,65	0,6	0,75	0,2
Просо	21-30	1,3у	0,3у+3,3	0,56у+11,2	1,85	0,5	0,5	0,75	0,2

Горох	22-30	0,68у+17	0,20у+1,7	0,37у+12,9	4,5	1,4	1,25	1,7	0,2
Соя	5-20	1,3у+4,5	0,14у+3,5	0,66у+7,0	7		1,5	1,6	0,2
	21-30	1,2у+6,0	0,2у+1,7	0,37у+12,9	7		1,5	1,6	0,2
Однолетние на сено	10-40	-	0,13у+6,0	0,7у+7,5	2,6	-	1,1	1,2	0,2
Однолетние травы (з/м)	50-200	-	0,027у+6,0	0,15у+7,5	0,32	-	1,1	1,2	0,2
Кукуруза на зерно	10-35	1,38у+12	0,23у+3,5	0,8у+5,8	2	0,75	0,75	1	0,15
Подсолнечник	8-20	1,8у+5,3	0,4у+3,1	1,0у+6,6	2,61	2,4	0,5	1	0,15
Кукуруза на силос	100-200	-	0,03у+3,6	0,12у+8,7	0,35	-	0,8	1,2	0,15
	201-350	-	0,02у+5	0,08у+16,2	0,35	-	0,8	1,2	0,15
Силосные (без кукурузы)	100-200	-	0,04у+4,0	0,09у+7,0	0,4	-	1	1,1	0,15
Сахарная свёкла	100-200	0,93у+1,7	0,02у+0,8	0,07у+3,5	0,24	0,41	0,4	1,2	0,08
	201-400	0,87у+15	0,003у+2,3	0,06у+5,4	0,24	0,41	0,4	1,2	0,08
Картофель	20-200	0,51у+2,0	0,04у+1,0	0,08у+4,0	0,32	0,3	1,8	1,2	0,08
	201-350	0,51у+3,9	0,03у+3,1	0,08у+7,6	0,32	0,3	1,8	1,2	0,08
Овощи	50-400	0,79у+0,5	0,02у+1,5	0,06у+5,0	0,2	0,24	1,1	1	0,08
Люцерна (сено)	10-60	-	0,1у+5,5	2,4у+7,0	2,6	-	2	2,03	0,25
Люцерна (з/м)	50-300	-	0,02у+5,6	0,28у+7,0	0,5	-	1,45	1,6	0,25

При выращивании сельскохозяйственных культур в процессе уборки вместе с урожаем вывозится побочная продукция (стебли растений, ботва), в этом случае в почву поступает опад только в виде растительных (стерня, опавшие сухие листья) и корневых остатков, что значительно уменьшает запасы биомассы, а, следовательно, и общее накопление запасов гумуса, который вместе с основными питательными веществами (*NPK*) являются основными составляющими плодородия почвы.

Содержание азота определялась по процентному содержанию его в частях культурных растений [5-7] (таблица 1).

#### *Баланс азота в почве*

Многолетние бобовые культуры потребляют атмосферный (воздушный) азот (азотофиксация) в процессе своего развития (таблица 2) [5-7].

Таблица 2 - Потребление атмосферного азота бобовыми культурами (% от общего содержания в фитомассе растений)

Культура	Потребление азота из воздуха
- клевер, люцерна	70
- смесь бобовых и злаков	50
- однолетние бобовые	40
- однолетние травы (смесь злаковых и бобовых)	25

Вывод азота с урожаем и побочной продукцией определяется как разница между содержанием азота в урожае и побочной продукции и азотом фиксированным азотом, из атмосферы умноженным на поправочные коэффициенты выноса азота, связанные с технологией возделывания и механическим составом почвы (таблица 3 и 4) [5-7].

Таблица 3 - Поправочные коэффициенты на вынос азота в зависимости от механического состава почв (Кп)

Механический состав почв	Поправочные коэффициенты
Тяжелый суглинок	0,8
Средний суглинок	1,0
Легкий суглинок	1,2
Супесь	1,4
Песок	1,8

Таблица 4 - Поправочные коэффициенты на вынос азота, связанные с технологией возделывания сельскохозяйственных культур (Кт)

Сельскохозяйственные культуры	Поправочные коэффициенты
Многолетние травы	1,0
Зерновые и другие однолетние культуры	1,2
Пропашные культуры	1,6

Из общего количества вынесенного с ( $V+II$ ) азота 50 % забрано из минеральных удобрений, вторая половина – из гумуса почвы ( $N_{почвы}$ ) [5].

Баланс азота по культурам определяется как разница между поступившим в почву с растительными и корневыми остатками азотом азотфиксации и выносом из почвы азота культурой по формуле:

$$\Delta N = N_{аз(p+k)} - N_{почва} \text{ (кг/га)} \quad (2)$$

*Баланс гумуса в почве*

Поступление в почву гумуса за счет гумификации опада определяется как произведение массы опада ( $P+K$ ) на соответствующий коэффициент гумификации  $K_{гум}$  [5] (считаем, что гумифицируется за год биомасса почвы, равная по величине ежегодному опаду).

$$G_{гум} = K_{гум}(P+K), \text{ (ц/га)} \quad (3)$$

В период вегетации сельскохозяйственных культур часть гумуса минерализуется  $G_{мин}$ . Её можно рассчитать по количеству азота, вынесенному из почвы растениями. Считая, что в гумусе содержится 5 % азота, количество минерализовавшегося гумуса по культурам можно рассчитать по формуле [4]:

$$G_{мин} = 0,2N_{поч}, \text{ (ц/га)} \quad (4)$$

где  $N_{поч}$  – вынос азота из почвы, кг/га.

Баланс гумуса равен разнице между приходом и расходом:

$$\Delta G = G_{гум} - G_{мин}, \text{ (ц/га)} \quad (5)$$

**Результаты исследования.** Сравнительный анализ произведен для двух сельскохозяйственных культур пашни (Озимая пшеница, люцерна на сено) СПК Колхоза «Память Ленина» Тимашевского района Краснодарского края. В сельскохозяйственном производстве колхоза используется более 86% (7618 га) земель хозяйства, из них 91,3 % (6953 га) занято пашей [8]. На рисунке 1 представлена совместная динамика изменения урожайности и доли этих культур в пашни, по данным Управления Федеральной службы

государственной статистики по Краснодарскому краю и Республики Адыгея с 1962 по 2008 год [9].

По данным хозяйства и Краснодарской краевой агрохимической лабораторией, проводившей в хозяйстве методические работы по агрохимическому обследованию почв, были установлены суммарные дозы внесения минеральных азотосодержащих удобрений под зерновые культуры пашни (таблица 5) [8, 9]. Почвы хозяйства по механическому составу представлены большей частью легкими суглинками, при этом выделяются следующие типы почв: черноземы малогумусные; черноземы слабогумусные; черноземы слабогумусные слабосмытые; черноземы выщелочные [8].

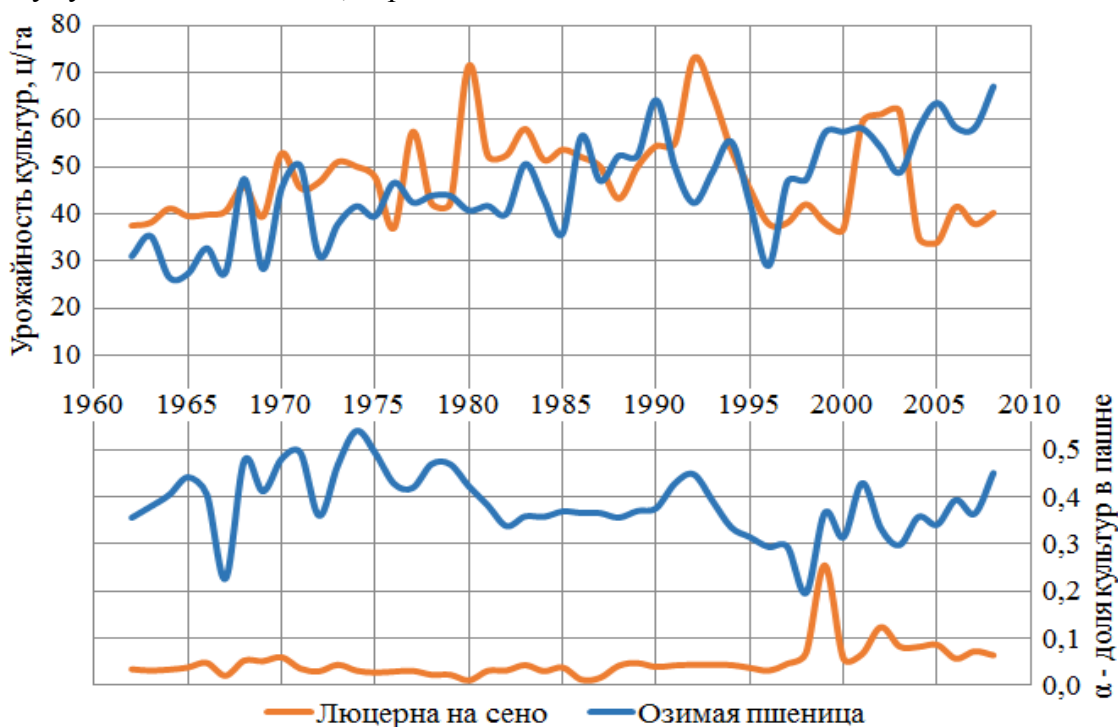


Рис. 1. Урожайность и доля культур в пашни

Таблица 5 - Внесение минеральных азотосодержащих удобрений в туках, кг/га

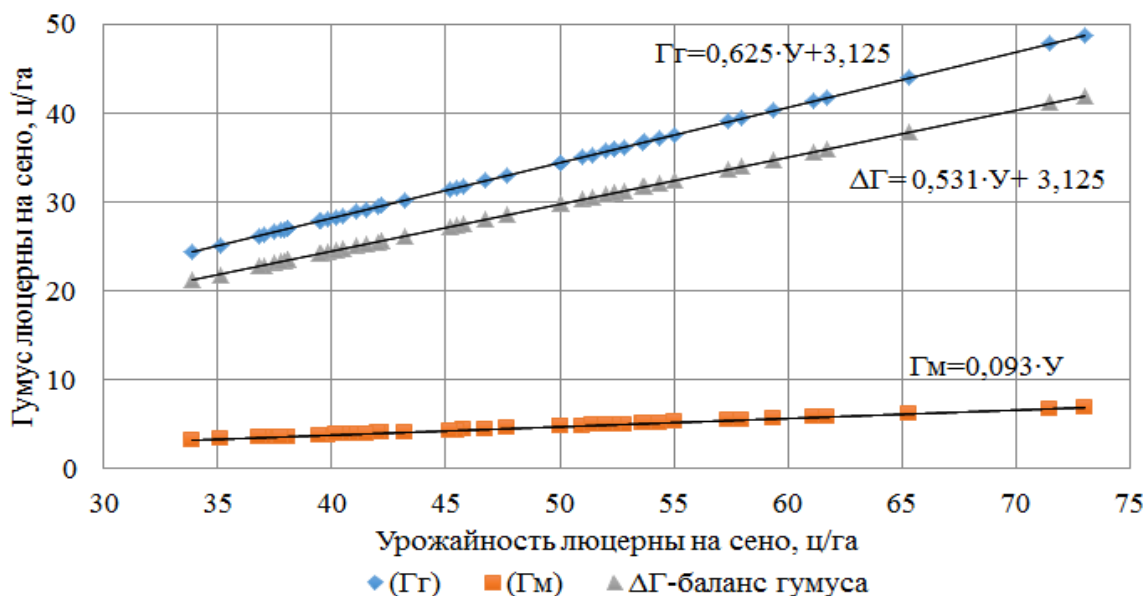
1961-1965	1966-1970	1971-1975	1976-1980	1981-1985	1986-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010
366	456	486	505	469	578	337	358	416	506

По описанной выше методике расчета баланса гумуса для озимой пшеницы и люцерны на сено были установлены прямые линейные зависимости, с описанием уравнения прямой с угловыми коэффициентами, между урожаем и балансом гумуса соответствующих культур (рисунок 2 и 3).

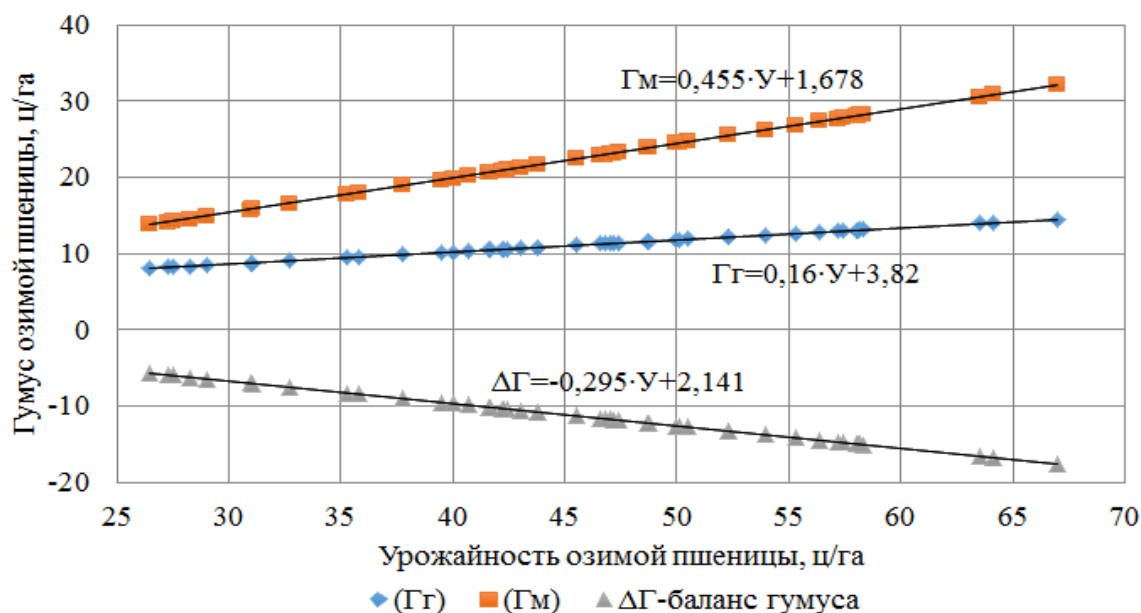
Таким же образом был произведен методический расчет баланса гумуса с учетом изменения долевого состава под соответствующими культурами пашни (рисунок 4).

**Обсуждение результатов.** Анализ полученных данных, при применении методики расчета баланса гумуса, в первую очередь свидетельствует о линейной зависимости изменения баланса гумуса от меняющихся величин урожая сельскохозяйственных культур (рисунок 2 и 3). Таким образом, для многолетних бобовых культур (люцерна на сено) при повышении урожайности происходит линейное увеличение поступающего в почву гумуса  $(Гг)_{люц}$  с коэффициентом наклона прямой  $(+0,63)$  (рисунок 2). Минерализовавшийся гумус

$(Гм)_{люц}$  также при линейной зависимости имеет коэффициент наклона прямой  $(+0,093)$ , что в свою очередь свидетельствует о положительном приросте баланса гумуса  $(\DeltaГ)_{люц}$  с коэффициентом наклона прямой  $(+0,53)$ . Иная картина наблюдается у зерновых культур (озимая пшеница):  $(Гг)_{пшен} = (+0,16)$ ;  $(Гм)_{пшен} = (+0,46)$ . Баланс гумуса озимой пшеницы, вследствие меньшей гумификации и большей минерализации гумуса, имеет отрицательный прирост при увеличении урожайности,  $(\DeltaГ)_{пшен}$  – коэффициент наклона прямой  $(-0,295)$  (рисунок 3).



**Рис. 2.** Зависимость гумуса от урожайности люцерны на сено ( $K_G = 0,25$ ;  $K_{II} = 1,2$ ;  $K_T = 1,0$ )



**Рис. 3.** Зависимость гумуса от урожайности озимой пшеницы ( $K_G = 0,20$ ;  $K_{II} = 1,2$ ;  $K_T = 1,2$ )



**Рис. 4.** Баланс гумуса с учетом доли сельскохозяйственных культур в пашне

Таблица 6 - Экспликация результатов исследования

Культуры	У ц/га (min/max)	$\alpha_{\text{культур}}$ , % (min/max)	Зависимость гумуса от урожая культур, ц/га			$\Delta\Gamma \cdot \alpha_{\text{культур}}$ (min/max), ц/га
			ГГ	Гм	$\Delta\Gamma$	
Озимая пшеница	26,5/67,0	19,6/54,0	$0,16y+3,82$	$0,45y+1,68$	$-0,295y+2,14$	-7,94/-1,35
Люцерна на сено	33,9/73,0	1/25,4	$0,625y+3,13$	$0,093 \cdot y$	$0,531y+3,13$	0,37/5,95

Так же, значимую роль в динамике баланса гумуса, помимо урожая, играет долевая составляющая культур ( $\alpha$ -культур) в составе пашни (рисунок 1) (таблица 6). Так, при минимальной весовой доли люцерны, в 1% от всей площади пашни, (1980 г. –  $U_{\text{люц}} = 71,5$  ц/га) годовой баланс гумуса под культурой составил  $\Delta\Gamma_{\text{люц}} = (+0,43)$  ц/га, а при максимальном значении в 25,4% (1999 г. –  $U_{\text{люц}} = 38,1$  ц/га)  $\Delta\Gamma_{\text{люц}}$  составил (+5,95) ц/га. Для зерновых культур присуща такая же направленность процесса, так для озимой пшеницы при минимальной доли в пашни 19,6% (1998 г. –  $U_{\text{пшен}} = 47,2$  ц/га)  $\Delta\Gamma_{\text{пшен}}$  составляет (-2,31) ц/га, а при максимальной доли в 54% (1974 г. –  $U_{\text{пшен}} = 41,6$  ц/га)  $\Delta\Gamma_{\text{пшен}}$  составил (-5,47) ц/га. Следует отметить, что абсолютный минимум баланса гумуса люцерны  $\Delta\Gamma_{\text{люц}} = (+0,37)$  ц/га приходился на год (1986) при  $U_{\text{люц}} = 52$  ц/га и  $\alpha_{\text{люц}} = 0,012$ , абсолютный максимум  $\Delta\Gamma_{\text{люц}} = (+5,95)$  ц/га приходился на год (1999) при  $U_{\text{люц}} = 38,1$  ц/га и  $\alpha_{\text{люц}} = 0,254$ . Для озимой пшеницы следующие значения: min – ( $\Delta\Gamma_{\text{пшен}} = -7,94$  ц/га, 2008 г.,  $U_{\text{пшен}} = 67,0$  ц/га,  $\alpha_{\text{пшен}} = 0,45$ ); max – ( $\Delta\Gamma_{\text{пшен}} = -1,35$  ц/га, 1967 г.,  $U_{\text{пшен}} = 27,5$  ц/га,  $\alpha_{\text{пшен}} = 0,226$ ).



**Выводы:** На процесс накопления запасов гумуса пашни, помимо внесения доз органических (подстилочный навоз) и минеральных удобрений, влияет положительная динамика баланса гумуса под сельскохозяйственными культурами пашни. Основными факторами, влияющими как на положительный, так и на отрицательный сальдо гумуса пашни являются:

- доля сельскохозяйственной культуры в составе пашни;
- урожайность сельскохозяйственных культур пашни. Причем первостепенное влияние оказывает непосредственно весовая доля культуры в структуре пашни.

Так для гумусообразующих культур дефицитный баланс гумуса пашни можно перекрыть за счет увеличения доли этих культур в структуре пашни, а для гумусопотребляющих соответственно уменьшения доли культур в структуре пашни. Урожайность сельскохозяйственных культур оказывает примерно такой же эффект, что и весовое значение, только в меньших значениях на баланс гумуса. Для гумусообразующих культур тренд на увеличение урожая приводит к возрастанию величин баланса гумуса под этими культурами, соответственно для гумусопотребляющих культур увеличения урожая приводит к еще большему дефициту баланса гумуса под этими культурами.

#### *Литература:*

1. 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.
2. Крылатов А.К., Немцов В.М. Как рассчитать баланс гумуса // Сельское хозяйство России. 1985. №6. С. 16-19.
3. Buntig В.Т., Yunberg I., The humus profile-concept, class and reality. // Geoderma. 1987. V.40, nr.1-2. P. 17-36.
4. Булгаков Д.С. Агроэкологическая оценка пахотных почв. Москва, 2002.
5. Динамика баланса гумуса на пахотных землях Российской Федерации. Москва: РосНИИземпроект, 1998.
6. 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.
7. Гумбаров А.Д., Долобешкин Е.В. Математическая модель динамики плодородия почвы: методическое пособие к выполнению расчетно-графической работы. Краснодар: КубГАУ, 2014.
8. Отчет о проведении методической работы по агрохимическому обследованию почв в колхозе «Память Ленина» Тимашевского района за 1975 г. Краснодар, 1976.
9. Управление Федеральной службы государственной статистики по Краснодарскому краю и Республики Адыгея [Электронный ресурс]. URL:<http://krsdstat.gks.ru/>. (Дата обращения: 15.02.2019).

### *Literature:*

1. 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, issue. 2. P. 199-204.
2. Krylatov A.K., Nemtsov V.M. How to calculate the balance of humus // *Agriculture of Russia*. 1985. No. 6. P. 16-19.
3. Buntig B.T., Yunberg I., The humus profile-concept, class and reality. // *Geoderma*. 1987. V. 40, nr. 1-2. P. 17-36.
4. Bulgakov D.S. Agroecological assessment of arable soils. Moscow 2002.
5. Dynamics of humus balance on arable lands of the Russian Federation. Moscow: RosNIIzemproekt, 1998.
6. Mathematical model of the dynamics of soil fertility: certificate of state registration of computer programs 2018619721. The Russ.Federation / Gumbarov A.D., Dolobeshkin E.V.; the rights holder is the 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.
7. Gumbarov A.D., Dolobeshkin E.V. Mathematical model of the dynamics of soil fertility: a manual for the implementation of projected and graphic work. Krasnodar: KubSAU, 2014.
8. Report on the methodological work on the agrochemical survey of soils on the collective farm «Pamyat Lenina» in the Timashevsky District for 1975. Krasnodar, 1976.
9. Office of the Federal State Statistics Service of the Krasnodar Territory and the Republic of Adygea [Electronic resource]. URL: <http://krsdstat.gks.ru/>. (Access date: 15.02.2019).