Научная статья
УДК 631; 631.8
DOI: 10.36508/journal.2026.22.15.004

СИСТЕМА И МЕТОДИКА РАСЧЁТА ТУКОСМЕСИТЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТЕРФЕЙСА EXCEL НА ПРИМЕРЕ ОВОЩНОГО ОРОШАЕМОГО СЕВООБОРОТА НА СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ

Туркин Владимир Николаевич[1], **Шемякин Александр Владимирович**[2]

[1,2] *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», г. Рязань, Россия*

[1]*turckin.vladimir@yandex.ru*

Аннотация. В статье представлены система и методика расчета тукосмесительных линий с использованием интерфейса Excel на примере овощного орошаемого севооборота на серых лесных почвах.
Проблема и цель. Важность быстрого и точного расчета сыпучих смесей различных материалов (удобрений, зерна, песка, цемента и пр.) с заданным соотношением компонентов и их концентрациями сложно переоценить. Эта актуальность касается и сферы АПК, где оперативно готовят тукосмеси под постоянно меняющиеся условия агрокультур, типы, плодородие, влажность почв, виды операций (внесение, подкормки и пр.), особенно при их дифференцированном использовании. Цель исследований - разработка автоматизированной системы и методики расчёта производительности дозирующих узлов инновационной тукосмесительной линии (ТСЛ) для орошаемого овощного севооборота на серых лесных почвах с использованием интерфейса программы ПК Excel.
Методология. В работе использовалась математическая модель тензор-матриц тукосмесей с системой формул для расчёта производительности дозирующих узлов ТСЛ в ПК Excel, а также исследовательский, расчетный, программный метод, методы моделирования и анализа.
Результаты. Предложена новая, эффективная, автоматизированная система и методика расчёта смесительных линий сыпучих материалов с использованием интерфейса Excel. Выполнен расчет производительности дозирующих узлов инновационной тукосмесительной линии для овощного орошаемого севооборота на серых лесных почвах с использованием интерфейса Excel.
Заключение. На современном этапе, с целью удовлетворить растущий спрос, увеличивающего населения на агропродукцию, АПК должен быть достаточно

эффективным, с использованием, в том числе, высокоэффективных тукосмесей, тукосмесительных линий и эффективных систем их расчета. Предлагаемая система и методика расчета тукосмесительных линий будет полезна для оптимизации и повышения эффективности не только сферы агрохимии, но и расчета различных смесей сыпучих материалов в других сферах (зерна, песка, цемента и пр.).

Ключевые слова: минеральные удобрения, тукосмеси, тукосмесительное оборудование, система расчета, методика, интерфейс Excel.

Original article

THE SYSTEM AND METHODOLOGY FOR CALCULATING FERTILIZER MIXTURES USING THE EXCEL INTERFACE ON THE EXAMPLE OF A VEGETABLE IRRIGATED CROPS ON GREY FOREST SOILS

Turkin Vladimir Nikolaevich[1], **Shemyakin Alexander Vladimirovich**[2]

[1,2] *Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev", Ryazan, Russia*

[1]*turckin.vladimir@yandex.ru*
[2]*shem.alex62@yandex.ru*

Abstract.
The problem and purpose. *The importance of quickly and accurately calculating bulk mixtures of various materials (fertilizers, grains, sand, cement, etc.) with a specified ratio of components and their concentrations cannot be overestimated. This relevance also applies to the agricultural sector, where fertilizer mixtures are quickly prepared to meet the ever-changing conditions of crops, soil types, fertility, moisture, and types of operations (application, fertilization, etc.), especially when they are used in a differentiated manner. The purpose of the research was to develop an automated system and methodology for calculating the performance of dosing units of an innovative fertilizer mixing line (TSL) for irrigated vegetable crops on gray forest soils using the Excel PC program interface.*
Methodology. *The work used a mathematical model of fertilizer mixture tensor matrices with a system of formulas for calculating the performance of TSL dosing units in Excel, research, computational, and software methods, as well as modeling and analysis.*
Results. *A new, efficient, automated system and methodology for calculating bulk material mixing lines using the Excel interface was proposed.*

The performance of the dosing units of the innovative fertilizer mixing line for irrigated vegetable crops on gray forest soils was calculated using the Excel interface.
Conclusion. *At the current stage, in order to meet the growing demand of the increasing population for agricultural products, the agro-industrial complex must be sufficiently efficient, including the use of high-performance fertilizer mixtures, fertilizer mixing lines, and effective systems for calculating them.*
The proposed system and methodology for calculating fertilizer mixing lines will be useful for optimizing and increasing the efficiency of not only the field of agrochemistry, but also for calculating various mixtures of bulk materials in other fields (grain, sand, cement, etc.).
Keywords: mineral fertilizers, fertilizer mixtures, fertilizer mixing equipment, calculation system, methodology, Excel interface.

Введение

Широкое использование минеральных удобрений (туков): простых и сложных видов, тукосмесей, билогизированных туков, биопрепаратов, микроэлементов при возделывании растениеводческой продукции – необходимое положение современного устойчивого агропромышленного производства [3, 4, 6].

Закон возврата - один из главных законов отрасли растениеводства и агрохимии АПК говорит: «Вещество и энергия, отчужденные из почвы с урожаем, должны быть компенсированы (возвращены в почву) с определенной степенью превышения» [6]. Немецкий агрохимик Юстас Либих стал родоначальником этого закона. Закон возврата - величайшее завоевание науки, считали К. А. Тимирязев и Д. Н. Прянишников (русские агрохимики и физиологи растений).

Данный закон Юстаса Либиха – это удовлетворение потребности почвы и агрокультур в возврате питательных веществ, целеполагание туков и тукосмесей в агрохимии, интенсификация АПК, решение вопроса расширенного производства продуктов питания и т.п.

С целью исполнения данного закона, следует использовать научно обоснованные системы удобрений для конкретных агрокультур, для систем севооборота, уровня плодородия почв и пр. [8, 11, 15].

В настоящее время наука и практика используют современную систему КАХОП - комплексное агрохимическое окультуривание полей, в которой используются простые и сложные удобрения, тукосмеси, биологизированные туки, органические вещества, микродобавки и пр. [6] с постулатами:

1. Учет динамики выноса питательных элементов из почвы агрокультурами (в комплексном подходе), состояния почвы, севооборотной ротации и т.п.
2. Учет наиболее лучших агросроков применения удобрительных материалов оптимальными средствами и способами, в том числе эффективными современными - агродронами и пр. [13].

3. Объем туков должен соответствовать необходимому, научно обоснованному (запланированному, существенному и пр.) повышению плодородия почвы.
4. Получение запланированного количественно-качественного урожая.
В отрасли растениеводства довольно большую роль играют овощные культуры (подотрасль - овощеводство) как источник широкого спектра витаминов (С, В1, В2, В6, Е, К, РР, Р, провитамина А и пр.), минеральных солей, микроэлементов, а также вкусовых, ароматических и пряных веществ.
По данным на 2023 год, в первую семерку стран-производителей овощей вошли: Китай; Индия; США; Турция; Бразилия; Мексика и Россия. В 2024 году в России собрали 13,93 млн. тонн овощей — на 0,6% больше, чем годом ранее; при этом основу составляют капуста, морковь, томаты, лук, свёкла. Лидерами по производству грунтовых овощей в России являются Астраханская, Волгоградская и Московская области, Краснодарский край, а также Кабардино-Балкарская Республика [7].
Важно отметить, что в системе КАХОП, роль тукосмесей (которые эффективнее обычных, «стандартных» удобрений) очень велика. Их эффект – это снижение перерасхода обычных удобрений, уменьшение издержек (себестоимость тукосмесей на 30–40% ниже стандартного или комплексного многокомпонентного удобрения), остановка уничтожения полезной микробиоты почвы избытком удобрений, стабилизация естественных процессов восстановления и минерализации гумуса почвы, улучшение усваиваемости элементов питания растениями, сбалансированное подкармливание агрокультур тукосмесями сокращает наличие в них нитратов и улучшает вкусовые качества урожая [9].
Исходя из вышесказанного, целью настоящих исследований явилась разработка автоматизированной системы и методики расчёта производительности дозирующих узлов инновационной тукосмесительной линии для овощного орошаемого севооборота на серых лесных почвах с использованием интерфейса компьютерной программы Excel.

Материал и методы исследований

В работе использовалась математическая модель тензор-матриц тукосмесей с системой формул для расчёта производительности дозирующих узлов ТСЛ в ПК Excel, а также исследовательский, расчетный, программный метод, методы моделирования и анализа.

Результаты исследований и их обсуждение

Приведем описание предложенной системы и методики расчёта тукосмесительной линии (ТСЛ) с использованием интерфейса компьютерной программы Excel, и рассчитаем посредством данной системы производительность дозирующих узлов ТСЛ для подкормки на серых лесных почвах агрокультур в севообороте (овощном орошаемом).
Для расчетов приведена схема питания севооборота в таблице 1 и 2 [6].

Таблица 1 – Схема питания на серых лесных почвах овощного орошаемого севооборота [1]

Агрокультура овощного севооборота	Планируемая урожайность, ц/га	Норма удобрений				Основное внесение				При посеве, кг/га д.в.		Подкормки, кг/га д.в.		
						Удобрение под зябь								
		Органических, т/га	N	P_2O_5	K_2O	Органических, т/га	Минеральное, кг/га д.в.		Под предпосевную культивацию N , кг/га д.в.	N	P_2O_5	N	P_2O_5	K_2O
							P_2O_5	K_2O						
Клевер на зеленый корм	240	-	90	180	160	-	1470	130	80	10	10	-	30	30
Клевер на зеленый корм	240	-	60	120	160	-	-	-	-	-	-	60	120	160
Томаты	250	-	90	80	-	-	50	-	60	-	10	30	20	-
Огурцы	180	50	80	30	-	50	20	-	80	-	10	-	-	-
Морковь	300	-	30	20	60	-	-	30	-	-	10	30	10	30
Столовая тыква	300	50	60	20	-	50	-	-	60	-	20	-	-	-
Столовая свекла	350	-	30	50	90	-	30	60	30	-	10	-	10	30
Капуста	400	50	90	40	60	50	20	40	50	10	10	30	10	20

В таблице 1, продуктивность агрокультур (клевер, томаты, огурцы, морковь и пр.) заложена для высокой, но практической величины.

Для рассматриваемой области (зоны) производства агрокультур, нормы туков (с последующей корректировкой) получены, опираясь на данные НИИ, т.н. «Балансовым методом» [6].

За исключением столовой тыквы и огурцов, в приведенной схеме питания, предусматривают подкормки для всех агрокультур. При чем, вводят РК подкормку для свеклы с целью подъема качества ее корнеплодов, а для клевера - с целью роста устойчивости его растений к морозам (зимостойкости). Для томатов принята NP подкормка, как лучшая или оптимальная для данной агрокультуры в данных условиях.

Подкормка полным NPK удобрением предусмотрена для оставшихся агрокультур, исходя из основного постулата закона возврата: поступает питательных элементов в почву больше, с учётом выноса элементов с урожаем.

При этом баланс положительный: по азоту +66,0; по фосфору +50,5; по калию +31,2 кг/га д.в., а интенсивность баланса составляет для N - 187 %, P_2O_5 – 181 % и K_2O – 121 % (таблица 2).

Таблица 2 – Баланс питательных веществ в овощном севообороте

Показатель баланса	N	P_2O_5	K_2O
Вынос с урожаем	75,2	62,0	147,5
Поступило в почву с удобрениями: - органическими - минеральными	141,2 75,0 66,2	112,5 45,0 67,0	178,7 112,5 66,3
Баланс питательных элементов Интенсивность баланса, %	+66,0 187,0	+50,5 181,0	+31,2 121,0

Инновационная линия для производства сухих тукосмесей заданных марок для подкормок овощных культур (таблица 1) дана на рисунке 1.

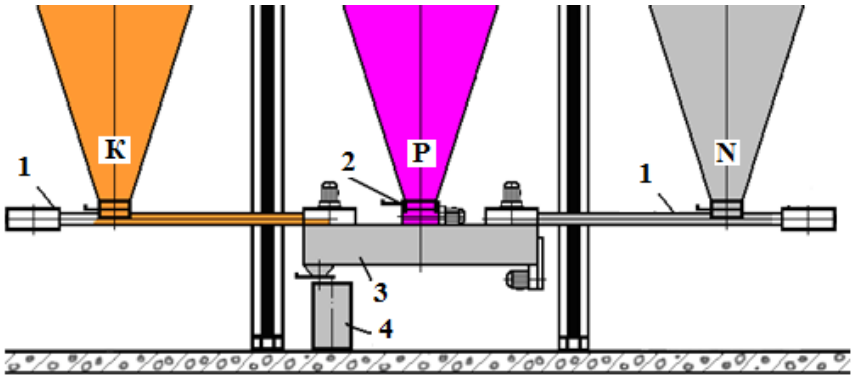

Рисунок 1 – Тукосмесительная линия
Figure 1 – Fertilizer mixing line
1 – дозатор-конвейеры; 2 – бункер-дозатор; 3 – смеситель; 4 – емкость (тара)

Линия обладает научно-технической новизной [1, 2, 14]. Она имеет конструктивную совокупность дозатор-конвейеров и бункер-дозатора со смесителем туков. Осуществление процессов в линии происходит в закрытом, экологичном (не пылящем) потоке. Линия энергоэффективна и обоснована с учетом минимального электропотребления при максимальной производительности тукосмесей – 20 т/ч [10, 12].

С целью допустимости смешивания отдельных компонентов тукосмеси между собой, получение хорошей сыпучести и нормальных физико-химических свойств тукосмеси, равномерного рассеивания тукосмеси по полю, учитываем схему-таблицу 3.

Таблица 3 - Схема допустимости смешивания минеральных удобрений

Смешиваемые удобрения		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Аммиачная селитра	1														
Карбамид (Мочевина)	2														
Сульфат аммония	3														
Суперфосфат простой порошкообразный	4														
Суперфосфат простой нейтрализованный	5														
Суперфосфат простой гранулированный	6														
Суперфосфат двойной гранулированный	7														
Преципитат	8														
Фосфоритная мука	9														
Аммофос, Диаммофос	10														
Калий хлористый	11														
Соль калийная 40%-ная	12														
Калий сернокислый	13														
Каинит, Сильвинит	14														

- Можно смешивать.
- Смешивать можно незадолго перед внесением.
- Смешивать нельзя.

Тукосмеси для вышеприведенного севооборота производим из недорогих, экономически эффективных, простых видов туков, которые можно смешивать между собой (таблица 3).

С целью облегчения расчета разнотипных тукосмесей марки *NPK, NP, PK, NK* и безошибочного заполнения расчетной таблицы в интерфейсе Excel вводим разработанные математические модели - тензор-матрицы тукосмесей, показанные на рисунке 2 [5].

$$\begin{vmatrix} N & P & K \\ A & B & C \\ П_N & П_p & П_к \end{vmatrix} \quad \begin{vmatrix} N & P \\ A & B \\ П_N & П_p \end{vmatrix} \quad \begin{vmatrix} P & K \\ B & C \\ П_p & П_к \end{vmatrix} \quad \begin{vmatrix} N & K \\ A & C \\ П_N & П_к \end{vmatrix}$$

NPK - питательные компоненты тукосмеси.

ABC - питательные вещества азотных, фосфорных и калийных удобрений в соотношениях, соответственно.

$П_N$, *Пр, Пк* – концентрация соответственно АВС тукосмеси.

Рисунок 2 – Тензор-матрицы для расчета разнотипных тукосмесей
Figure 2 – Tensor matrices for calculating different types of fertilizer mixtures

В матрицах, в первой линии тензора, расстановлены питательные компоненты тукосмеси - например: *NPK* ($N{:}P_2O_5{:}K_2O$) или *PK* ($P_2O_5{:}K_2O$), задаваемые агротребованиями. Во второй линии - соотношение питательных веществ в тукосмеси, соответственно азотных, фосфорных и калийных удобрений - например: для клевера на зеленый корм - $N{:}P_2O_5{:}K_2O$ - *60:120:160 - 1:2:1 – ABC* или для столовой свеклы - $N{:}P_2O_5{:}K_2O$ - *0:10:30 - 0:1:3 – PK.* В третей линии -

концентрация питательных веществ соответственно в азотных, фосфорных и калийных исходных удобрениях для смеси, % ($П_N$, $Пр$, $П_к$).

При производстве конкретной тукосмеси необходимо обеспечить объемы (производительность дозирующих машин ТСЛ), поступающих в тукосмеситель удобрений по следующим формулам:

$$N = \frac{Q \cdot A}{A + \frac{П_н \cdot B}{П_р} + \frac{П_{нС}}{П_к}} \qquad P = \frac{N \cdot П_N \cdot B}{П_р \cdot A} \qquad K = \frac{N \cdot П_N \cdot C}{П_к \cdot A}$$

а

$$N = \frac{Q \cdot A}{A + \frac{П_N \cdot B}{П_р}} \qquad P = \frac{N \cdot П_N \cdot B}{П_р \cdot A}$$

б

$$P = \frac{Q \cdot B}{B + \frac{П_р \cdot C}{П_к}} \qquad K = \frac{P \cdot П_р \cdot C}{П_к \cdot B}$$

в

$$N = \frac{Q \cdot A}{A + \frac{П_N \cdot B}{П_р}} \qquad K = \frac{P \cdot П_р \cdot C}{П_к \cdot B}$$

г

Рисунок 3 – Система формул для расчета тукосмесей

Figure 3 – The system of formulas for calculating fertilizer mixtures

а – для трёхкомпонентной *NPK* тукосмеси; б – для *NP*; в - для *PK*; г - для *NK*.

Предлагаемая методика расчета (с примером) заключается в следующем.

Для конкретной агрокультуры, по агротребованиям, подбираются *NPK* компоненты тукосмеси, с соотношением *ABC* компонентов и $П_N$, *Пр*, *Пк* их концентрациями. Для упрощения расчетов, далее применяются разработанные тензор-матрицы.

Для подкормки клевера на зелёный корм в овощном севообороте (таблица 1) тензор-матрица будет выглядеть следующим образом - рисунке 4.

$$\begin{vmatrix} N & P & K \\ 1 & 2 & 1 \\ 46 & 20 & 56 \end{vmatrix}$$

Рисунок 4 – Тензор-матрица трёхкомпонентной *NPK* тукосмеси для подкормки клевера на зелёный корм в овощном севообороте

Figure 4 – Tensor matrix of a three-component NPK fertilizer mixture for feeding clover as green fodder in a vegetable crop rotation

Далее стоится и заполняется расчетная таблица в программе Excel – рисунок 5.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	АГРОКУЛЬТУРА СЕВООБОРОТА И ТРЕБУЕМАЯ ТУКОСМЕСЬ	Q, т/ч	A (N)	B (P)	C (K)	N	P	K	Пn, %	Пр, %	Пк, %
2	Трехкомпонентная тукосмесь N:P:K										
3	Клевер на зеленый корм - N:P2O5:K2O - 60:120:160 - 1:2:1	20	1	2	1	Карбамид	П.Суперфосфат	Хлористый калий	46	20	56
4	Морковь - N:P2O5:K2O - 30:10:30 - 3:1:3	20	3	1	3	Ам.селитра	Дв.Суперфосфат	Калийная соль	30	43	41
5	Капуста - N:P2O5:K2O - 30:10:20 - 3:1:2	20	3	1	2	Ам.селитра	Дв.Суперфосфат	Калийная соль	30	43	41
6	Двухкомпонентная тукосмесь P:K										
7	Столовая свекла - N:P2O5:K2O - 0:10:30 - 0:1:3	20	0	1	3	---	Дв.Суперфосфат	Калийная соль	0	43	41
8	Клевер на зеленый корм - N:P2O5:K2O - 0:30:30 - 0:1:1	20	0	1	1	---	П.Суперфосфат	Хлористый калий	0	20	56
9	Двухкомпонентная тукосмесь N:P										
10	Томаты - N:P2O5:K2O - 30:20:0 - 1,5:1:0	20	1,5	1	0	Ам.селитра	Дв.Суперфосфат	---	30	43	0

а

L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
Числит.Q (N)	Числит.Q (P)	Числит.Q (K)	Знамен.Q (N)	Знамен.Q (P)	Знамен.Q (K)	Q (N), т/ч	Q (P), т/ч	Q (K), т/ч	ПРОВЕРКА - Q ≤ 20 т/ч
20	1840	920	6,42	128,43	359,60	3,11	14,33	2,56	20,00
60	600	1800	5,89	253,39	241,60	10,18	2,37	7,45	20,00
60	600	1200	5,16	221,93	211,60	11,63	2,70	5,67	20,00
0	20	622,24	1,00	4,15	41,00	-	4,82	15,18	20,00
0	20	294,74	1,00	1,36	56,00	-	14,74	5,26	20,00
30	409,52	0	2,20	64,50	1,00	13,65	6,35	-	20,00

б

Рисунок 5 - Интерфейс программы Excel с системой расчёта тукосмесительной линии для овощного орошаемого севооборота
(расчётная таблица)
Figure 5 - The Excel program interface with a fertilizer mixing line calculation system for irrigated vegetable crop rotation (calculation table)
а – общий вид первых столбцов расчетной таблицы; б – продолжение.

На рисунке 5, в ячейках таблицы, цифры, показанные красным цветом – это вносимые данные (столбцы A(N), B(P), C(K); $П_N$, Пр, Пк), цифры чёрным цветом – расчёт программы Excel.

Для автоматизации расчетов, в ячейки производительности дозирующих узлов ТСЛ - Q «забиваются» вышеуказанные формулы (числителей, знаменателей, сумм производительности). С целью уменьшения вероятности ошибок вычисления в Excel и удобства, числитель и знаменатель формул расчета производительности считаются отдельно по столбцам O, P, Q и R, S, T, соответственно.

Коэффициент 1,00, показанный красным цветом в ячейках O и Q необходим для осуществления расчета - т.к. в формулах производительности на ноль делить нельзя (поэтому используем 1,00).

Последний столбец в расчётной таблице – это проверка, когда сумма производительности узлов ТСЛ должна не превышать производительность самого тукосмесителя – 20 т/ч, чтобы узлы ТСЛ не засыпали своими подаваемыми *NPK* компонентами сам тукосмеситель, но обеспечивали бы его максимальную, эффективную производительность.

Математическая обработка результатов производительности узлов ТСЛ для

различных агрокультур, по компонентным видам тукосмесей, осуществится моментально - простым «протягиванием» колонки с помощью «мыши» и аппарата подсчета прогарммы Excel, что автоматизирует и убыстряет трудоемкие расчеты.

В итоге, используя предположенную автоматизированную систему и методику, пользователи получают простой, быстрый и эффективный механизм расчёта любой тукосмеси под любую агрокультуру, для любых соотношений и концентраций питательных веществ в смеси, что очень удобно и выгодно.

Заключение

В настоящее время, чтобы обеспечить продуктами питания огромный спрос растущего населения, сельское хозяйство должно быть высокоэффективным, с использованием, в том числе, высокоэффективных тукосмесей, тукосмесительных линий и эффективных систем их расчета.

Предлагаемая система и методика расчета тукосмесительных линий будет полезна для оптимизации и повышения эффективности не только сферы агрохимии, но и расчета различных смесей сыпучих материалов в других сферах (зерна, песка, цемента и пр.).

Библиографический список

1. Бункерное устройство: Патент на полезную модель RU 48949 U1 / Некрашевич В.Ф., Туркин В.Н. 10.11.2005. Заявка № 2005118452/22 от 14.06.2005;опубл.10.11.2005.URL:https://patents.google.com/patent/RU48949U1/ru
2. Бункерное устройство: Патент на полезную модель RU 85423 U1 / Некрашевич В.Ф., Туркин В.Н., Заявка № 2008126307/22 от 27.06.2008 ; опубл. 10.08.2009. URL : https://patents.google.com/patent/RU85423U1/ru
3. Габибов, М.А. Эффективность биологических и минеральных удобрений на темно-серой лесной почве // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева, 2020. – № 1(45). – С. 16-20. URL: https://rgatu.ru/archive/sborniki_konf/04_03_21/sbor.pdf
4. Дубенок, Н.Н. Оценка агрохимического состояния почвы и урожайности многолетних трав в зависимости от удобрительных средств / Н.Н. Дубенок, Ю.А. Мажайский, О.А. Захарова // Сетевой научный журнал РГАТУ, 2025. - №2(8). - С. 1-11. DOI:10.36508/journal.2025.45.48.002
5. Захарова, О.А. Математическая детерминированная модель для отображения динамики азотного питания / О.А. Захарова, К.Н. Евсенкин // Сетевой научный журнал РГАТУ, 2024. - №2(4). - С. 11-22. DOI: 10.36508/journal.2024.38.37.003
6. Корчагин, А.А. Система удобрений: учеб. пособие / А.А. Корчагин, М.А. Мазиров, Н.А. Комарова; Владим. гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2018. – 116 с. URL: https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_009637881/

7. Развитие растениеводства в России: ключевые показатели и перспективы [Электронный ресурс]. Режим ввода https://заводы.рф/publication/rastenievodstvo-v-rossii. Дата обращения: 13.12.2025г.
8. Сусарева, А.А. Влияние биопрепаратов на урожай картофеля на темно-серых лесных почвах южной части Нечерноземной зоны России / А.А. Сусарева, Г.Н. Фадькин // Сетевой научный журнал РГАТУ, 2024. - №1(3). – С.1-10. DOI:10.36508/journal.2024.26.92.002
9. Тукосмеси. Миксование (смешивание) удобрений [Электронный ресурс]. Режим ввода https://liliani.ru/technologies/miksovaniya-udobreniy/ Дата обращения: 13.12.2025г.
10. Туркин, В.Н. Инновационный технический комплекс грузопереработки и затаривания новых удобрительных материалов для агрокультур / В.Н, Туркин // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКР академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. - Рязань, 2024. - С. 295-297. URL: https://elibrary.ru/cpfuns
11. Туркин, В.Н. Повышение эффективности современного растениеводства и агрохимии посредством получения и использования билогизированных удобрений и тукосмесей / В.Н. Туркин // Инновационные подходы к развитию агропромышленного комплекса региона: материалы 67-ой Международной научно-практической конференции. – Рязань: РГАТУ, 2016. - С. 91-94.URL: https://elibrary.ru/item.asp?edn=wfttmr
12. Туркин, В.Н. Расчет тукосмесительной линии яровой пшеницы с учетом влагообеспеченности почвы в засушливые и влажные годовые периоды / В.Н. Туркин // Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России: материалы Национальной научно-практической конференции, посвящённой памяти доктора технических наук, профессора Леонида Михайловича Максимова. - Ижевск, 2022. - С. 125-131. URL: https://networkjournal.ru/files/dynamic/Articles/bab1c3ee-c4fe-421c-bacb-c1b2f3cd3818.pdf
13. Туркин, В.Н. Особенности использования агродронов в системе агрохимии и АПК / В.Н. Туркин, А.В. Шемякин, А.П. Кутейникова // Сетевой научный журнал РГАТУ, 2025. - №1 (7). - С. 7-21. DOI:10.36508/journal.2025.77.48.003
14. Устройство для перегрузки сыпучего материала из железнодорожных вагонов: Патент на полезную модель RU 68445 U1, 27.11.2007 / Некрашевич В.Ф., Синяков А.Г., Туркин В.Н. Заявка № 2007102625/22 от 23.01.2007 ; опубл. 27.11.2007. URL: https://patents.google.com/patent/RU68445U1/ru
15. Черникова, О. В. Оценка действия биоудобрения на урожайность Persicaria maculosa и качество лекарственного сырья / О.В. Черникова //

Сетевой научный журнал РГАТУ, 2023. - №1(3). – С. 1-9. DOI:10.36508/journal.2023.45.26.001

References

1. Bunkernoe ustrojstvo: Patent na poleznuyu model` RU 48949 U1 / Nekrashevich V.F., Turkin V.N. 10.11.2005. Zayavka № 2005118452/22 ot 14.06.2005;opubl.10.11.2005.URL:https://patents.google.com/patent/RU48949U1/ru

2. Bunkernoe ustrojstvo: Patent na poleznuyu model` RU 85423 U1 / Nekrashevich V.F., Turkin V.N., Zayavka № 2008126307/22 ot 27.06.2008 ; opubl. 10.08.2009. URL : https://patents.google.com/patent/RU85423U1/ru

3. Gabibov, M.A. E`ffektivnost` biologicheskix i mineral`ny`x udobrenij na temno-seroj lesnoj pochve // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotexnologicheskogo universiteta im. P.A. Kosty`cheva, 2020. – № 1(45). – S. 16-20. URL: https://rgatu.ru/archive/sborniki_konf/04_03_21/sbor.pdf

4. Dubenok, N.N. Ocenka agroximicheskogo sostoyaniya pochvy` i urozhajnosti mnogoletnix trav v zavisimosti ot udobritel`ny`x sredstv / N.N. Dubenok, Yu.A. Mazhajskij, O.A. Zaxarova // Setevoj nauchny`j zhurnal RGATU, 2025. - №2(8). - S. 1-11. DOI:10.36508/journal.2025.45.48.002

5. Zaxarova, O.A. Matematicheskaya determinirovannaya model` dlya otobrazheniya dinamiki azotnogo pitaniya / O.A. Zaxarova, K.N. Evsenkin // Setevoj nauchny`j zhurnal RGATU, 2024. - №2(4). - S. 11-22. DOI: 10.36508/journal.2024.38.37.003

6. Korchagin, A.A. Sistema udobrenij: ucheb. posobie / A.A. Korchagin, M.A. Mazirov, N.A. Komarova; Vladim. gos. un-t im. A.G. i N.G. Stoletovy`x. – Vladimir: Izd-vo VlGU, 2018. – 116 s. URL: https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_009637881/

7. Razvitie rastenievodstva v Rossii: klyuchevy`e pokazateli i perspektivy` [E`lektronny`j resurs]. Rezhim vvoda https://zavody`.rf/publication/rastenievodstvo-v-rossii. Data obrashheniya: 13.12.2025g.

8. Susareva, A.A. Vliyanie biopreparatov na urozhaj kartofelya na temno-sery`x lesny`x pochvax yuzhnoj chasti Nechernozemnoj zony` Rossii / A.A. Susareva, G.N. Fad`kin // Setevoj nauchny`j zhurnal RGATU, 2024. - №1(3). – S.1-10. DOI:10.36508/journal.2024.26.92.002

9. Tukosmesi. Miksovanie (smeshivanie) udobrenij [E`lektronny`j resurs]. Rezhim vvoda https://liliani.ru/technologies/miksovaniya-udobreniy/ Data obrashheniya: 13.12.2025g.

10. Turkin, V.N. Innovacionny`j texnicheskij kompleks gruzopererabotki i zatarivaniya novy`x udobritel`ny`x materialov dlya agrokul`tur / V.N, Turkin // Kompleksny`j podxod k nauchno-texnicheskomu obespecheniyu sel`skogo xozyajstva: materialy` Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvyashhennoj pamyati chlena-korrespondenta RASXN i NANKR akademika MAE`P i RAVN Bochkareva Ya.V. - Ryazan`, 2024. - S. 295-297. URL: https://elibrary.ru/cpfuns

11. Turkin, V.N. Povy`shenie e`ffektivnosti sovremennogo rastenievodstva i agroximii posredstvom polucheniya i ispol`zovaniya bilogizirovanny`x udobrenij i tukosmesej / V.N. Turkin // Innovacionny`e podxody` k razvitiyu agropromy`shlennogo kompleksa regiona: materialy` 67-oj Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. – Ryazan`: RGATU, 2016. - S. 91-94.URL: https://elibrary.ru/item.asp?edn=wfttmr

12. Turkin, V.N. Raschet tukosmesitel`noj linii yarovoj pshenicy s uchetom vlagoobespechennosti pochvy` v zasushlivy`e i vlazhny`e godovy`e periody` / V.N. Turkin // Innovacionnoe razvitie sovremennogo agropromy`shlennogo kompleksa Rossii: materialy` Nacional`noj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvyashhyonnoj pamyati doktora texnicheskix nauk, professora Leonida Mixajlovicha Maksimova. - Izhevsk, 2022. - S. 125-131. URL: https://networkjournal.ru/files/dynamic/Articles/bab1c3ee-c4fe-421c-bacb-c1b2f3cd3818.pdf

13. Turkin, V.N. Osobennosti ispol`zovaniya agrodronov v sisteme agroximii i APK / V.N. Turkin, A.V. Shemyakin, A.P. Kutejnikova // Setevoj nauchny`j zhurnal RGATU, 2025. - №1 (7). - S. 7-21. DOI:10.36508/journal.2025.77.48.003

14. Ustrojstvo dlya peregruzki sy`puchego materiala iz zheleznodorozhny`x vagonov: Patent na poleznuyu model` RU 68445 U1, 27.11.2007 / Nekrashevich V.F., Sinyakov A.G., Turkin V.N. Zayavka № 2007102625/22 ot 23.01.2007 ; opubl. 27.11.2007. URL: https://patents.google.com/patent/RU68445U1/ru

15. Chernikova, O. V. Ocenka dejstviya bioudobreniya na urozhajnost` Persicaria maculosa i kachestvo lekarstvennogo sy`r`ya / O.V. Chernikova // Setevoj nauchny`j zhurnal RGATU, 2023. - №1(3). – S. 1-9. DOI:10.36508/journal.2023.45.26.001