

5. Любушкин, Н. П., Бабичева, Н. Э. Финансовый анализ: учебник. М.: Эксмо, 2010. – 336 с.

6. Об утверждении Основных положений по составу затрат, включаемых в себестоимость продукции (работ, услуг): постановление Минэкономики Респ. Беларусь от 12.12.2022 № 187 // Эталон – Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

7. Богданович, А. И. Методы калькулирования себестоимости в промышленности Республики Беларусь: современные подходы / А. И. Богданович. – Минск: БелНИИЭ, 2022. – 156 с.

8. Калькулирование себестоимости в условиях цифровизации: сб. науч. тр. / под ред. Л. П. Савицкой. – Минск: БГЭУ, 2023. – 210 с.

9. Коротков, А. Д. Сметное дело в приборостроении: Справочник / А. Д. Коротков. – М.: Академия, 2022. – 312 с.

10. Роберт С. Каплан, Робин Купер. Функционально-стоимостной анализ. Практическое применение. Williams, 2007, 352 с.

УДК 631.333 –189.2

**Жешко А.А.**, кандидат технических наук, доцент

*РУП «Научно-практический центр национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь*

## **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МАШИН ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ**

**Аннотация.** Рассмотрен алгоритм вычисления эксплуатационных показателей машин для внесения твердых минеральных удобрений.

**Annotation.** The design features of technical means for high-precision application of solid mineral fertilizers are considered.

**Ключевые слова:** разбрасыватель удобрений, коэффициент использования времени смены, производительность, расход топлива, алгоритм, эксплуатационные показатели.

**Keywords:** fertilizer spreader, shift time utilization factor, productivity, fuel consumption, algorithm, operational indicators.

Технические средства химизации земледелия являются машинами общего назначения, которые используются для обработки всех сельскохозяйственных культур [1]. К ним относятся комплексы машин для внесения твердых и жидких минеральных удобрений; твердых, жидких и полужидких органических удобрений, химических мелиорантов и пестицидов. Приоритет названных машин подтверждается тем, что доля их использования в технологиях возделывания всех без исключения сельскохозяйственных культур составляет 40 % и более [2], включая основное, припосевное, подкормочное внесение удобрений, операции по борьбе с вредителями, сорняками и болезнями при уходе за

сельскохозяйственными культурами, а также технологические операции по известкованию почв [3]. В связи с тем, что машины химизации используются с ранней весны до поздней осени, их годовая загрузка выше, чем у другой сельскохозяйственной техники. Кроме того, работа машин для внесения удобрений сопряжена с взаимодействием с агрессивными средами, что возлагает определенные требования к обеспечению их надежности [4].

Одним из критериев оценки эффективности работы машин для внесения удобрений является их производительность. Представим производительность машины для внесения удобрений  $W_p$  как функцию от ширины захвата  $B$  и объема бункера  $V$ , т. е.  $W_p = f(B, V)$ . Для этого выразим коэффициент использования времени смены  $\tau$ , который в данном случае определяется как отношение времени основной работы по внесению удобрений  $t_p$  к действительному времени смены  $t_d$ , т. е.  $\tau = t_p/t_d$ .

Тогда, учитывая, что  $\tau = t_p/t_d$ , для определения коэффициента времени смены получим формулу

$$\tau = \frac{10\gamma V(T - t_{to} - t_{ot} - t_{pz})}{TBHv_p \left( \frac{2l_{tp}}{v_{tp}} + \frac{10\gamma V}{BHv_p} + \frac{\gamma V}{W_z} + t_{pd} + t_x \right)}. \quad (1)$$

где  $\gamma$  – плотность минеральных удобрений, кг/м<sup>3</sup>;  $V$  – объем бункера, м<sup>3</sup>;  $T$  – время смены, ч;  $t_{to}$  – время на техническое обслуживание агрегата, ч;  $t_{ot}$  – время на отдых и личные надобности оператора, ч;  $t_{pz}$  – подготовительно-заключительное время, ч;  $B$  – ширина захвата штанговой машины, м;  $H$  – норма внесения минеральных удобрений, кг/га;  $v_p$  – рабочая скорость движения агрегата, км/ч;  $W_z$  – производительность загрузчика минеральных удобрений, кг/ч;  $l_{tr}$  – расстояние транспортировки, км;  $v_{tr}$  – транспортная скорость разбрасывателя, км/ч;  $t_{pd}$  – время необходимое для подъезда загрузочного средства к разбрасывателю, ч;  $t_x$  – общее время, затрачиваемое на развороты во время разгрузки 1 бункера удобрений, ч;

Производительность разбрасывателя удобрений составит

$$\begin{aligned} W_p &= 0,1Bv_p\tau = \frac{\gamma V(T - t_{to} - t_{ot} - t_{pz})}{TH \left( \frac{2l_{tp}}{v_{tp}} + \frac{10\gamma V}{BHv_p} + \frac{\gamma V}{W_z} + t_{pd} + t_x \right)} = \\ &= \frac{\gamma V(T - t_{to} - t_{ot} - t_{pz})}{TH \left( \frac{2l_{tp}}{v_{tp}} + \frac{10\gamma V}{BHv_p} + \frac{\gamma V}{W_z} + t_{pd} + \frac{(2\xi(l_T + l_p) + 8R_0) \left( \frac{10^4 \gamma V}{BHL_g} - 1 \right)}{10^3 v_p} \right)}. \end{aligned} \quad (2)$$

Необходимо отметить, что формула (2) позволяет определить производительность разбрасывателя удобрений в зависимости от конструктивных параметров и конкретных производственных условий.

Алгоритм функционирования программного приложения для расчета эксплуатационных показателей машин для внесения удобрений представлен на рис. 1.

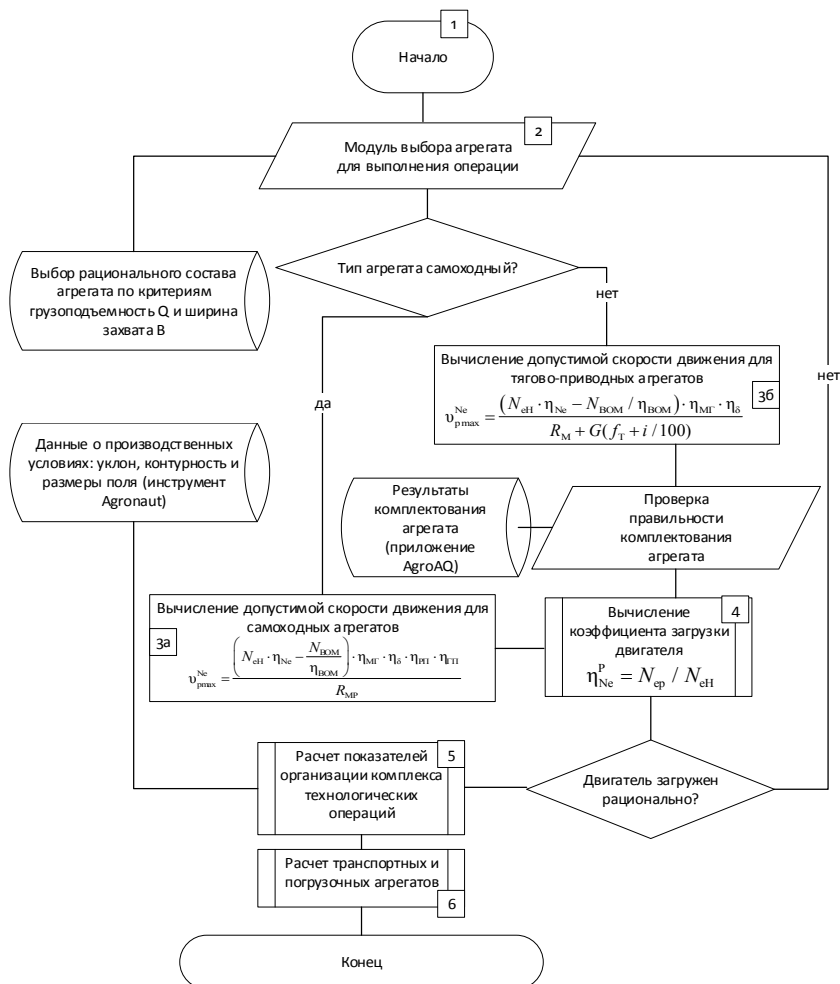


Рисунок 1 – Алгоритм функционирования программного приложения для расчета эксплуатационных показателей машин для внесения удобрений

На модуль выбора агрегата для выполнения операции 2 подается информация о имеющейся в распоряжении технике для внесения удобрений и данные о характеристике обрабатываемого участка. Далее по критериям грузоподъемности и ширины захвата разбрасывателя определяется наиболее производительный состав агрегата с учетом конкретных производственных условий.

В блоке проверки типа агрегата происходит переход к определению допустимой скорости движения по загрузке двигателя. Для тягово-приводных агрегатов выполняется проверка правильности комплектования с учетом функционала приложения AgroAQ, а также проводится дополнительная проверка загрузки двигателя. Далее выполняются расчеты для комплекса технологических операций с учетом данных о конкретных производственных условиях, после чего результаты вычислений передаются в блок расчета вспомогательных транспортных и погрузочных агрегатов в зависимости от особенностей организации процесса внесения удобрений.

Предлагаемая функциональная модель и алгоритм (рис. 1) реализованы в программном приложении для расчета эксплуатационных показателей машин внесения удобрений (рис. 2). Видно, что форма состоит из заголовка 1, блока ввода исходных данных 2, блока выбора основного агрегата для внесения удобрений 3, блока выбора погрузочного агрегата 4, блока ввода данных о составляющих времени смены 5.

#### **Список использованной литературы**

1. Научно-технические основы построения машин химизации земледелия / Л. Я. Степук [и др.] / НПЦ НАН Беларуси по механизации сел. хоз-ва, БГСХА. – Гомель: БГСХА, 2022. – 410 с.
2. Степук, Л. Я. О качестве, количестве и экономической эффективности машин для внесения удобрений / Л. Я. Степук, А. А. Жешко // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. темат. сб. / НПЦ НАН Беларуси по механизации сел. хоз-ва. – Минск, 2009. – Вып. 43. – С. 14–19.
3. Степук, Л. Я. Сравнительная оценка отечественных и зарубежных разбрасывателей твердых минеральных удобрений (грузоподъемность и масса) // Л. Я. Степук, А. А. Жешко, С. А. Антошук / Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-техн. конф.: в 3 т. / НПЦ НАН Беларуси по механизации сел. хоз-ва. – Минск, 2010. – Т.1. – С.54–59.
4. Степук, Л. Я. К вопросу оптимизации количественного состава парка машин химизации / Л. Я. Степук, А.А. Жешко // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-техн. конф.: в 3 т. / НПЦ НАН Беларуси по механизации сел. хоз-ва. – Минск, 2012. – Т. 1. – С.119–128.

**Summary.** An algorithm for the functioning of a software application for calculating the performance of fertilizer machines is proposed. The implementation of the proposed algorithm in a software application allows calculating the technical, economic and operational parameters of machines for applying mineral fertilizers for specific production conditions.