

Введение

В производственном процессе заготовки силоса и сенажа наиболее напряженным звеном является перевозка измельченного растительного сырья от кормоуборочных комбайнов к местам закладки на хранение. В настоящее время многие сельскохозяйственные предприятия республики при заготовке кормов используют высокопроизводительные комбайны импортного производства «Ягуар 850», пропускная способность которых достигает 45–55 *кз/с*. Загрузить комбайн при такой высокой производительности и ограниченном количестве транспорта на предприятиях довольно сложно, а его простой приносит большие материально-денежные затраты (до 1,5 тыс. *у.е.* за 1 ч рабочего времени). Исследования проводились на основе анализа производственной деятельности РУСПП «1-я Минская птицефабрика» при наличии необходимой сельскохозяйственной техники для транспортировки силосной массы.

Основная часть

Полевые работы выполняют поточным способом укрупненными специализированными подразделениями на основе эффективного технического и транспортного обслуживания уборочных агрегатов, что повышает производительность труда, улучшает использование техники и, что особенно важно, сокращает сроки, уменьшая тем самым потери выращенного урожая.

Эффективность работы всего уборочно-транспортного отряда в значительной степени зависит от организации транспортного обслуживания, причем определение рационального числа транспортных средств представляет некоторую трудность.

Обусловлено это тем, что в реальных условиях момент наполнения прицепа транспортного средства силосной массой и момент прибытия другого средства на поле из очередного рейса не совпадают. Ведь продолжительность рейса зависит от скорости движения, времени взвешивания и разгрузки транспортного средства, удаленности места работы комбайна в каждом конкретном случае от магистральных дорог и т.п. Также на время наполнения прицепа транспортного агрегата силосной массой влияют рельеф, урожайность, влажность убираемой культуры в течение суток и т.п. Это неизбежно приводит к простоям комбайнов и транспортных средств.

Максимальная производительность кормоуборочного комбайна за час сменного времени $W_{\text{ч}}$, га/ч, в зависимости от номинальной пропускной способности рабочих органов $q_{\text{н}}$, кг/с, и урожайности зеленой массы H , т/га, равна

$$W_{\text{ч}} = \frac{3,6q_{\text{н}}}{H}$$

Вместе с тем производительность комбайна $W_{\text{ч}}$, га/ч, равна

$$W_{\text{ч}} = 0,1b_{\text{р}}v_{\text{р}}\tau,$$

где $b_{\text{р}}$ – рабочая ширина захвата жатки комбайна, м;

$v_{\text{р}}$ – рабочая скорость движения комбайна, км/ч;

τ – коэффициент использования времени смены.

Тогда рабочая скорость движения комбайна $\mathcal{G}_{\text{р}}$, км/ч,

$$\mathcal{G}_{\text{р}} = \frac{W_{\text{ч}}}{0,1b_{\text{р}}\tau}$$

Экономически целесообразно такое соотношение числа комбайнов и обслуживающих транспортных средств, при котором достигается минимум целевой функции:

$$S = C_{\text{П}}\lambda t_{\text{ож}} + C_{\text{а}}n \rightarrow \min, \quad (1)$$

где $C_{\text{П}}$ – ущерб за 1 ч простоя комбайна в ожидании обслуживания, у.е./ч;

λ – среднее количество заявок на обслуживание в 1 ч;

$t_{\text{ож}}$ – среднее время ожидания каждой заявки, ч;

$C_{\text{а}}$ – часовые затраты на содержание одного транспортного средства (сумма прокатной оценки, отчисления на реновацию и заработную плату трактористу), у.е./ч;

n – количество транспортных средств в уборочно-транспортном отряде, шт.

Ориентировочно можно считать, что ущерб $C_{\text{П}}$ (у.е./ч) за 1 ч простоя кормоуборочного комбайна составит не менее

$$C_{\text{П}} = W_{\text{ч}}C_{\text{б}},$$

где $C_{\text{б}}$ – себестоимость 1 т зеленой массы кукурузы, у.е.

Количество транспортных средств для обслуживания комбайна без учета вероятностного характера взаимодействия системы «комбайн – транспортные средства»

$$n = \frac{mT_{\text{р}}}{t_{\text{погр}}},$$

где m – количество комбайнов, одновременно работающих на поле, шт.;

$T_{\text{р}}$ – продолжительность одного рейса транспортного средства, мин.;

$t_{\text{погр}}$ – время наполнения прицепа транспортного средства silосной массой, мин.

Время наполнения транспортного агрегата silосной массой $t_{\text{погр}}$, ч,

$$t_{\text{погр}} = \frac{10^4}{3600} \cdot \frac{Q}{Hb_p v_p \varphi},$$

где Q – грузоподъемность транспортного средства, m ;
 φ – коэффициент рабочих ходов.

Продолжительность одного рейса транспортного средства T_p , мин. , составляет

$$T_p = t_{\text{погр}} + t_p + \frac{60 \cdot 2L}{v_{\text{ср}}},$$

где t_p – время взвешивания и разгрузки транспортного агрегата, мин. ;

L – среднее расстояние перевозки, км ;

$v_{\text{ср}}$ – средняя скорость движения транспортного агрегата, км/ч .

Эффективность системы «комбайн – транспортные средства» описывают методы теории массового обслуживания.

При работе комбайна постоянно возникают так называемые заявки (требования) на обслуживание в виде наполненных силосной массой транспортных средств. После заполнения силосной массой прицепа транспортного средства (удовлетворения заявки на обслуживание) комбайн становится источником новых заявок. Таким образом, систему «комбайн – транспортные средства» следует рассматривать как замкнутую систему массового обслуживания, в которой в среднем возникает λ' заявок на обслуживание в единицу времени. В то же время каждое транспортное средство (канал обслуживания) способен удовлетворить μ заявок в единицу времени.

В системах массового обслуживания наиболее распространен стационарный пуассоновский (простейший) поток заявок, который характеризуется ординарностью, стационарностью и отсутствием последствия. Ординарность означает, что одновременное поступление на обслуживание двух и более заявок считается маловероятным событием. Стационарность потока определяется постоянством вероятности возникновения заявок на обслуживание в течение рассматриваемого времени. Отсутствие последствия проявляется в том, что вероятность поступления определенного числа заявок не зависит от числа предшествующих заявок.

В случае пуассоновского потока заявок аналитические зависимости для расчета параметров системы массового обслуживания получаются наиболее простыми.

Интенсивность потока заявок за 1 ч составит

$$\lambda' = \frac{1}{t},$$

где t – математическое ожидание времени между двумя соседними заявками (среднее время наполнения кузова транспортного средства силосной массой), ч .

За время одного рейса удовлетворяется одна заявка на обслуживание. Следовательно, пропускная способность одного канала обслуживания равна

$$\mu = \frac{1}{t_{\text{обс}}},$$

где $t_{\text{обс}}$ – среднее время обслуживания одной заявки, ч.

Приведенная плотность потока заявок ψ равна $\psi = \frac{\lambda}{\mu}$.

Параметр ψ для одноканальной системы соответствует времени, при котором система занята обслуживанием заявок. Разность $1-\psi$ соответствует времени простаивания системы. Для многоканальной системы параметр ψ равен среднему числу постоянно занятых обслуживанием каналов, а разность $n-\psi$ – простаивающих каналов.

Величина ψ не может быть произвольной. Установившийся режим существует только при $\psi < n$, в противном случае ($\psi \geq n$) система не справится с обслуживанием, и очередь будет расти неограниченно.

В сельскохозяйственном производстве наибольшее распространение получили системы массового обслуживания с ожиданием. Это такие системы, в которых заявка, поступившая в момент времени (все каналы обслуживания заняты), становится в очередь и ожидает, пока не освободится какой-либо канал. Так, комбайн после наполнения прицепа транспортного средства силосной массой не покидает систему, а ожидает очередное транспортное средство для его загрузки.

Вероятность того, что все каналы обслуживания (транспортные средства) простаивают, т.е. в системе отсутствуют заявки на обслуживание (комбайн не готов к наполнению прицепа транспортного средства), описывается зависимостью:

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{k=0}^n \frac{\psi^k}{k!} + \frac{\psi^{n+1}}{n!(n-\psi)}},$$

где n – количество всех имеющихся каналов обслуживания в системе (число транспортных средств, включенных в состав уборочно-транспортного отряда);

ψ – приведенная плотность потока заявок, или коэффициент загрузки системы, определяемый отношением среднего числа заявок, поступающих в единицу времени, к среднему числу заявок, которое система в состоянии обслужить.

Вероятность того, что обслуживанием заняты ровно k каналов ($0 \leq k \leq n$), равна

$$P_k = \frac{\psi^k}{k!} P_0.$$

Среднее время ожидания заявок начала обслуживания $t_{ож}$, ч, равно

$$t_{ож} = T_p - (n \cdot t_{погр}).$$

Отрицательное значение $t_{ож}$ означает, что в ожидании будут находиться каналы обслуживания (транспортные средства).

По данной методике нами произведен выбор рационального количества транспортных средств для обслуживания одного кормоуборочного комбайна «Ягуар 850» в условиях РУСПП «1-я Минская птицефабрика».

В качестве транспортных средств на предприятии используют 11 агрегатов МТЗ-82+2ПТС-4, для полной загрузки которых рекомендовано наращивание бортов, обеспечивающее объем прицепа 17 м^3 и грузоподъемность 4 т .

При уборке кукурузы на силос одним кормоуборочным комбайном «Ягуар 850» со средней пропускной способностью 50 кг/с , урожайности зеленой массы $35,77 \text{ т/га}$, среднем расстоянии транспортировки груза 1 км по дорогам с твердым покрытием и себестоимости 1 т зеленой массы $8,33 \text{ у.е.}$ по формуле (1) определены сумма ущерба от вынужденных простоев кормоуборочного комбайна и затраты на содержание транспортных средств для случаев, когда комбайн обслуживают от 1 до 11 транспортных средств. Результаты расчетов приведены в таблице 43.

Таблица 43 – Показатели взаимодействия системы «комбайн «Ягуар 850» – транспортное средство МТЗ-82+2ПТС-4»

Количество транспортных средств, n , шт.	Наименование показателя			
	Среднее время ожидания комбайна, $t_{ож}$, мин.	Ущерб от простоев комбайна, у.е.	Затраты на содержание транспортных средств, у.е.	Общая сумма ущерба и затрат, S , у.е.
1	10,7	300,0	4,8	304,8
2	9,2	230,0	9,6	239,6
3	7,7	192,5	14,4	206,5
4	6,2	155,0	19,2	174,2
5	4,7	117,5	24,0	141,5
6	3,2	80,0	28,8	108,8
7	1,7	42,5	35,6	78,1
8	0,2	5,0	38,4	43,4
9	0	0	43,2	43,2
10	0	0	48,0	48,0
11	0	0	52,8	52,8

В результате исследований установлено, что минимальное время ожидания обслуживания кормоуборочного комбайна «Ягуар 850», используемого в РУСПП «1-я Минская птицефабрика» для уборки кукурузы на силос, при наименьшей общей сумме ущерба от простоев комбайна и затрат на содержание транспортных средств получено при использовании девяти агрегатов МТЗ-82+2ПТС-4. Два оставшихся агрегата можно использовать в качестве резервных.

Выводы

1. Сокращение кормоуборочным комбайном времени ожидания позволит существенно снизить себестоимость кормов, улучшить их качество путем сокращения сроков уборки и закладки на хранение, более рационально использовать сельскохозяйственную технику.

2. Разработанная методика выбора рационального количества транспортных средств при уборке сельскохозяйственных культур может быть использована при проектировании производственных процессов, планировании использования технического и трудового потенциала в природно-производственных условиях Республики Беларусь и конкретных условиях сельскохозяйственного производства.

22.05.12

Литература

1. Новиков, А.В. Влияние грузоподъемности транспортных средств на производительность кормоуборочных комбайнов / А.В. Новиков, Т.А. Непарко, Д.А. Кушнер // Современные технологии и комплексы технических средств в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 25–27 мая 2005 г. – Минск: БГАТУ, 2005. – С. 59–60.
2. Шило, И.Н. Ресурсосберегающие технологии сельскохозяйственного производства / И.Н. Шило, В.Н. Дашков. – Минск: БГАТУ, 2003. – 183 с.
3. Дашков, В.Н. Техничко-технологические основы обоснования типажа кормоуборочных комбайнов / В.Н. Дашков, И.И. Пиуновский // Сельскохозяйственные машины для уборки зерновых культур, кормов и корнеклубнеплодов. Состояние, тенденции и направления развития: сб. докладов Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 22–23 марта 2007 г. / РКУП «ГСКБ по зерноуборочной и корнеуборочной технике». – Гомель, 2007. – С. 10–16.
4. Техническое обеспечение производства продукции растениеводства: учеб. / А.В. Новиков [и др.]; под ред. А.В. Новикова. – Минск: Новое знание, 2012. – 560 с.

УДК 636.4: 631.363.7

**С.В. Крылов, И.И. Гируцкий,
М.В. Навыко, А.А. Жур,
Ю.А. Кислый**

*(РУП «НПЦ НАН Беларуси
по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь)*

**МЕТОДИКА РАСЧЕТА
ВМЕСТИМОСТИ
СМЕСИТЕЛЯ ДЛЯ
ЖИДКОГО КОРМЛЕНИЯ
СВИНЕЙ**

Введение

Определение расчетным способом вместимости смесителя, применяемого в системе откорма свиней, можно производить, исходя из различных подходов к проведению расчета. Поэтому необходимо рассмотреть различные варианты расчетов.