

5. Петренко Е.С., Эрнст О.Г., Смолянинова Н.О., Ахалбедашвили Д.В. Особенности технологии возделывания кукурузы на зерно в условиях Амурской области / Е.С. Петренко, О.Г. Эрнст, Н.О. Смолянинова, Д.В. Ахалбедашвили // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. — № 12. – С. 1266-1269.

УДК 631.372

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМА РАБОТЫ УБОРОЧНЫХ И ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПРИ ПОТОЧНОМ СПОСОБЕ УБОРКИ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Панин Александр Владимирович, доцент кафедры эксплуатации МТП и ВТР, и.о. директора института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Губа Алексей Николаевич, аспирант кафедры эксплуатации МТП и ВТР, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Аннотация. В статье представлены результаты исследования по поводу выбора методических приемов касательно оптимального взаимодействия уборочных агрегатов и транспортных средств при поточном способе уборки сахарной свеклы. Предложен ряд вычислительных решений по реализации критерия оптимальности в процессе функционирования уборочно-транспортных звеньев, обеспечивающих минимум потерь от взаимного выполнения ожидаемых требований.

Ключевые слова: уборочные агрегаты, транспортные средства, поточный способ уборки, варианты оптимизации.

Наиболее прогрессивным способом уборки сахарной свеклы является поточный. При поточном способе уборки корнеплоды, убранные корнеуборочной машиной, выгружаются в кузов транспортного средства с последующей доставкой на свеклоприемный пункт.

Задача состоит в том, чтобы взаимосвязанная работа всех агрегатов, выполняющих отдельные операции, осуществлялась в оптимальном ресурсосберегающем режиме в соответствии с принципами поточного производства. Для эффективного решения соответствующей задачи предлагаем многоуровневый системный подход, при котором на первом уровне, выполняются расчетные действия по оптимизации: 1) суточной производительности (W_d) и числа исправных работающих уборочных агрегатов (m); 2) сроков начала выполнения работ (t_M), ориентированных относительно начала раннего наступления наиболее благоприятного момента.

В качестве критерия оптимальности принимаем минимум потерь урожая при проведении уборочных работ ($Q \rightarrow \min$).

Численные значения W_D , m и t_M определим из равенств [1]:

$$W_D = \frac{P \cdot \left[\frac{K_1}{2} \cdot F_c^2 + \frac{K_2}{2} (F - F_c)^2 \right]}{P \cdot [Q] \cdot F + \frac{K_1}{2} \cdot F_c^2 + \frac{K_2}{2} (F - F_c)^2}; \quad m = \frac{W_D}{W \cdot T_D}; \quad t_M = \frac{F_c \cdot (P - W_D)}{P \cdot W_D} \quad (1)$$

где F – общая площадь уборки, га;

P – темп наступления благоприятного момента уборки, га/сутки;

K_1 и K_2 – интенсивность потерь урожая при уборке до наступления времени (t_{opt}) и после него соответственно, 1/сутки;

F_c – площадь, убираемая до наступления времени (t_{opt}), га;

$[Q]$ – допустимое значение потерь урожая при отклонении сроков выполнения работ от оптимальных, %

W – часовая производительность одного уборочного агрегата, га/час;

T_D – длительность рабочего дня, час;

Значение F_c определяется из равенства [1]:

$$F_c = \frac{K_2}{K_1 + K_2} \cdot F \quad (2)$$

Далее оптимизация состоит в определении действительного числа уборочных агрегатов – используется стохастическая модель взаимодействия технологического звена с другими звеньями уборочного комплекса. На наш взгляд функционирование технологического звена здесь следует рассматривать, опираясь на позиции Марковского случайного процесса с дискретными состояниями S_1, S_2, S_3, S_4 и непрерывным временем [2, 3], граф состояний которого представлен на рисунке 1.

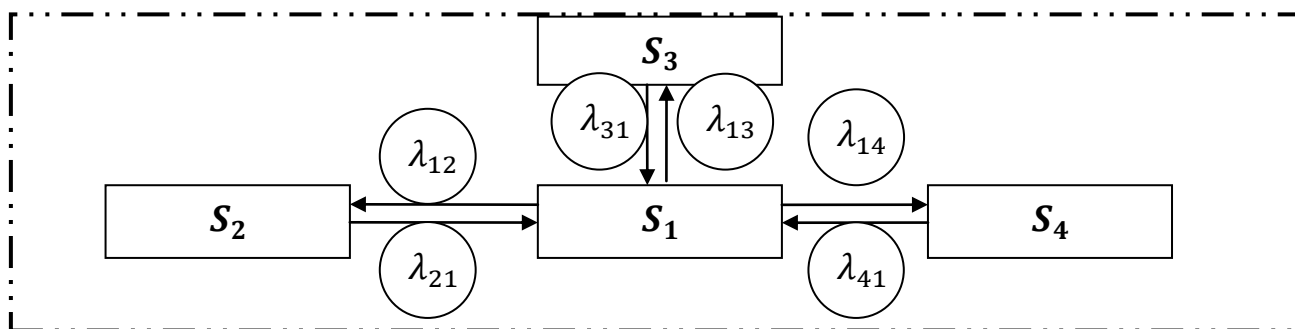


Рис. 1. Граф возможных состояний технологического звена

Состояния системы: 1) S_1 – среднее число исправных работающих уборочных агрегатов; 2) S_2 – среднее число агрегатов в состоянии технологического обслуживания; 3) S_3 – среднее число агрегатов в состоянии устранения неисправностей; 4) S_4 – среднее число агрегатов, совершающих поворот.

Используя метод динамики средних, средние численности состояний равны:

$$m_1 = m_\Sigma \cdot \left(1 + \frac{\lambda_{12}}{\lambda_{21}} + \frac{\lambda_{13}}{\lambda_{31}} + \frac{\lambda_{14}}{\lambda_{41}} \right)^{-1}; \quad m_2 = m_1 \cdot \frac{\lambda_{12}}{\lambda_{21}} \quad (3)$$

$$m_3 = m_1 \cdot \frac{\lambda_{13}}{\lambda_{31}}; \quad m_4 = m_1 \cdot \frac{\lambda_{14}}{\lambda_{41}} \quad (4)$$

Действительное число агрегатов технологического звена определим из равенства (3), а требуемое число транспортных средств (n) для перевозки корнеплодов на свеклоприемный пункт рассчитаем из условия взаимосвязанной поточной работы их со свеклоуборочными комбайнами по формулам:

$$m_{\Sigma} = \frac{W_{\text{д}}}{W \cdot T_{\text{д}}} \cdot \left(1 + \frac{\lambda_{12}}{\lambda_{21}} + \frac{\lambda_{13}}{\lambda_{31}} + \frac{\lambda_{14}}{\lambda_{41}}\right); n = \frac{m \cdot W_m \cdot u}{W_n} \quad (5)$$

W_m – производительность одного уборочного агрегата, га/час.;

u – урожайность корнеплодов, т/га;

W_n – производительность транспортного средства, т/час.

На втором уровне определяем оптимальное взаимосвязанное количество уборочных агрегатов и транспортных средств в составе уборочно-транспортного звена. В качестве модели уборочно-транспортного звена, принимаем замкнутую СМО с ожиданием [2, 3].

От обслуживаемых транспортных средств исходит вероятностный поток требований на загрузку корнеплодов, подчиняющийся закону Пуассона [2].

Плотность этого потока требований λ и интенсивность обслуживания μ определим из равенств:

$$\lambda = \frac{1}{\bar{t}_{\text{цт}}}; \mu = \frac{1}{\bar{t}_{\text{об}}} \quad (6)$$

где $\bar{t}_{\text{цт}}$ – средняя продолжительность технологического цикла транспортного средства (час.).

$\bar{t}_{\text{об}}$ – средняя продолжительность обслуживания (заполнение кузова транспортного средства), час.

В качестве критерия оптимальности рассчитываемой модели выбираем минимум суммы потерь от простоев во взаимных ожиданиях уборочных агрегатов и транспортных средств [1]:

$$C_{\text{mn}} = m_o \cdot C_m + n_o \cdot C_n \rightarrow \min \quad (7)$$

где C_{mn} – суммарные потери от взаимных ожиданий, руб./час.

m_o, n_o – среднее количество простаиваемых транспортных и уборочных агрегатов соответственно, ед.

C_m, C_n – стоимость одного часа простоя транспортного средства и уборочного агрегата соответственно, руб./час.

Перейдя в равенстве (7) к безразмерным относительным затратам, критерий примет вид:

$$\bar{C}_{\text{mn}} = \frac{C_{\text{mn}}}{C_n} = m_o \cdot \frac{C_m}{C_n} + n_o = m_o \cdot \varepsilon_m + n_o \rightarrow \min; \text{ где } \varepsilon_m = \frac{C_m}{C_n} \quad (8)$$

Численные значения m_o и n_o при определении безразмерных затрат (8) рассчитаем на основе [2], применив следующие равенства:

$$m_o = \sum_{k=n+1}^m \frac{(k-n) \cdot m! \cdot \mathcal{L}^k}{n^{k-n} \cdot n! \cdot (m-k)!} \cdot P_o; n_o = \sum_{k=0}^n \frac{(n-k) \cdot m! \cdot \mathcal{L}^k}{k! \cdot (m-k)!} \cdot P_o, \text{ где } \mathcal{L} = \frac{\lambda}{\mu} \quad (9)$$

P_0 – вероятность того, что все транспортные средства загружены и находятся в рейсе, а уборочные – простаивают в ожидании транспортных средств.

$$P_0 = 1 / \left[\sum_{k=0}^n \frac{m! \cdot \mathcal{L}^k}{k! (m-k)!} + \sum_{k=n+1}^m \frac{m! \cdot \mathcal{L}^k}{n^{k-n} \cdot n! \cdot (m-k)!} \right] \quad (10)$$

где m, n – общее количество транспортных средств и уборочных агрегатов, соответственно, используемых в работе уборочно-транспортного звена, ед.

Методом итераций на основе численного решения с использованием формул (6) ÷ (10) определяем оптимальное количество взаимосвязанных транспортных средств $m_{во}$ и уборочных агрегатов $n_{во}$.

Третий уровень оптимизации соединяет обоснование взаимосвязанной работы приемного пункта и транспортных средств. В качестве модели их обслуживания рассматривается разомкнутая система массового обслуживания (СМО) с ограниченным количеством мест в очереди [2, 4]. Если все места ожидания оказываются занятыми, то вновь прибывшие транспортные средства не принимаются и получают отказ.

На приемный пост поступает простейший поток требований (λ) на разгрузку транспортных средств, обслуживаемый постом с интенсивностью (μ).

Критерий оптимизации для одного поста имеет вид [1, 2]:

$$\bar{C}_{mnn} = P_0 + m_0 \cdot \varepsilon_m \rightarrow \min; \quad \varepsilon_m = \frac{C_m}{C_n} \quad (11)$$

где P_0 – вероятность простоя поста разгрузки;

m_0 – среднее число простаивающих транспортных средств, ед.;

C_n, C_m – потери за один час простоя поста и транспортного средства соответственно, руб./час.

Численные значения P_0 и m_0 определяются из равенств:

$$P_0 = \frac{1 - \mathcal{L}}{1 - \mathcal{L}^{m+2}}; \quad m_0 = \frac{\mathcal{L}^2 \cdot [1 - \mathcal{L}^m \cdot (m+1 - m\mathcal{L})]}{(1 - \mathcal{L}^{m+2}) \cdot (1 - \mathcal{L})}, \quad \text{где } \mathcal{L} = \frac{\lambda}{\mu} \quad (12)$$

m – количество транспортных мест в очереди.

Выводы. Предлагаемые методические решения позволяют, во-первых, рассчитать общее количество уборочных агрегатов с учетом случайного характера времени пребывания в различных состояниях, во-вторых, оптимизировать работу различных звеньев технологического комплекса, в-третьих, минимизировать потери урожая при условии выполнения необходимого суточного темпа выполнения работ и оптимального срока начала работ.

Библиографический список

1. Скороходов, А.Н. Производственная эксплуатация машинно-тракторного парка / А.Н. Скороходов, А.Г. Левшин. – М.: «Битком», 2016. – 474 с.
2. Вентцель, Е.С. Исследование операций / Е.С. Вентцель. – М.: Сов. Радио, 1972. – 552 с.
3. Гнеденко, Е.В. Введение в теорию массового обслуживания / Е.В. Гнеденко, И.Н. Коваленко. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 1987. – 336 с.
4. Панин, А.В. Критерии оценки эффективности использования ресурсов в агропромышленном производстве / А.В. Панин, С.М. Дегтярёва // Вестник кадровой политики, аграрного образования и инноваций. – 2012. – № 10-12. – С. 063-067.

УДК 631.372

К ВОПРОСУ ИЗМЕРЕНИЯ ШУМОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТРАКТОРАХ

Стадник Александр Владимирович, ассистент кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка и ВТР, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Нефедова Татьяна Михайловна, инженер кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка и ВТР, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Старостин Иван Александрович, заведующий лабораторией прогнозирования развития систем машин и технологий в АПК, ФГБНУ ФНАЦ ВИМ

Дрямов Сергей Юрьевич, аспирант НИЦ «Гостехнадзор», ФГБНУ Росинформагротех

Аннотация. В данной статье проведен общий анализ литературных источников в области измерения шумовых показателей на сельскохозяйственных тракторах в процессе эксплуатации. Также описана методика проведения замеров шумовых показателей на тракторах семейства МТЗ.

Ключевые слова: Гостехнадзор, обследование, шумовые характеристики трактора, шумомер, измерения, машиноиспытательная станция.

Согласно отчету Государственных инспекций Гостехнадзора субъектов Российской Федерации 1-КЧ на 01.01.2020 органах Гостехнадзора зарегистрировано 1 260 918 единиц тракторов, из них 394 220 тракторов зарегистрировано за сельхозтоваропроизводителями [1]. Согласно