

УДК 631.3.072

РАЗРАБОТКА ЕДИНОЙ КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Непарко Т.А., канд. техн. наук,

Вороненко А.С., аспирант

*Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Беларусь*

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы использования математического моделирования при планировании работы агрегатов и комплексов машин в сельскохозяйственных предприятиях.

Ключевые слова: основной агрегат, транспорт, взаимодействие, оборот, простой.

Постановка проблемы. Выбор транспортных средств по области применения в сельском хозяйстве представляет собой сложную многокритериальную задачу, обусловленную особенностями аграрного производства. Транспортные операции в растениеводстве являются неотъемлемой частью технологических процессов и напрямую влияют на производительность труда, сроки выполнения работ и экономические показатели сельскохозяйственных предприятий. В этой связи теоретическое обоснование выбора транспортных средств требует системного подхода, учитывающего специфику сельскохозяйственного производства и разнообразие условий эксплуатации.

С позиции теории систем транспортные средства рассматривают как элементы транспортно-технологической системы, функционирующей в условиях переменной нагрузки и ограниченных

временных ресурсов. Сельскохозяйственное производство отличается выраженной сезонностью, при которой значительная часть транспортных работ сосредоточена в короткие временные периоды. Это приводит к необходимости подбора таких транспортных средств, которые способны обеспечить высокую интенсивность работы при сохранении надёжности и допустимого уровня затрат.

Основные материалы исследования. Механизированное производство сельскохозяйственных культур характеризуется тесной и сложной взаимосвязью между технологическими, транспортными и погрузочно-разгрузочными операциями.

Функционирование основных агрегатов в начале времени смены практически не отличается от одиночной работы машинно-тракторных агрегатов (МТА) [1]. Однако параметры и режимы работы отдельных машин и агрегатов и параметры всего комплекса взаимозависимы и оказывают влияние друг на друга. Поэтому оптимизацию параметров и режимов работы отдельных МТА следует производить как с учетом природно-производственных условий их использования, так и с учетом типа поточного процесса. Основной характеристикой поточных процессов, связанных с транспортом, является время цикла $T_{ц}$ поточного процесса:

– при дискретном взаимодействии агрегатов (посадочные агрегаты, выгрузка бункера на остановке и др.)

$$T_{ц} = \frac{V_{ТЕ} \lambda_{ТЕ} \gamma}{W_{ч} H N} + t_{в}, \quad (1)$$

где $V_{ТЕ}$ – объем кузова транспортной единицы, м³;

$\lambda_{ТЕ}$ – коэффициент наполнения кузова;

γ – объемная масса технологического материала, т/м³;

H – урожайность (нормы высева, внесения материала), т/га;

N – количество основных агрегатов в группе;

W_q – производительность основных агрегатов за час технологического времени без учета согласования их работы с транспортной единицей, га/ч;

t_b – время на погрузку (разгрузку) транспортной единицы, ч;

– при непрерывном взаимодействии агрегатов (без бункера)
(копатели - погрузчики и др.)

$$T_{ц} = \frac{V_{TE} \lambda_{TE} \gamma}{W_q H N}, \quad (2)$$

– при непрерывном взаимодействии агрегатов (с бункером)
(картофелеуборочные комбайны и др.)

$$T_{ц} = \frac{V_{TE} \lambda_{TE} \gamma}{W_q H N} \left[1 + \frac{W_q H t_b}{V_o \lambda_o \gamma} \right], \quad (3)$$

где V_o – объем технологической емкости основного агрегата, м³;

λ_o – коэффициент наполнения технологической емкости.

Не менее важной характеристикой поточного процесса является и время оборота транспортной единицы T_o , которое для поточных процессов вида (1) и (3) определяется по выражению

$$T_{o_{ik}} = \frac{V_{TE} \lambda_{TE}}{V_o \lambda_o} (t_b + t_{ож}) + \frac{2l_{пе}}{v_{пе}} + A,$$

а для процессов вида (2) по выражению

$$T_o = \frac{V_{TE} \lambda_{TE} \gamma}{W_q H} + t_{ож} + \frac{2l_{пе}}{v_{пе}} + A,$$

где $l_{пе}$ – среднее расстояние перевозки груза, км;

$v_{пе}$ – средняя техническая скорость движения транспортной единицы с грузом и без груза, км/ч;

A – время разгрузки (погрузки) транспортной единицы, взвешивания, оформления документов и др., ч.

Необходимое для обслуживания N основных агрегатов количество транспортных единиц определится по формуле [2, 3]

$$N_{TE} = \frac{T_o}{T_{ц}}$$

Однако необходимое количество транспортных средств лишь изредка может получиться целым, поэтому, в силу неделимости выбранных транспортных единиц, возникает необходимость округления к ближайшему целому числу. Поскольку при округлении необходимого числа транспортных единиц к ближайшему большему целому числу все возможные потери времени переносятся на транспорт, то производительность основных агрегатов $W_{ч}'$ будет равна их технически возможной (с учетом прочих элементов времени смены), т.е.

$$W_{ч}' = W_{ч},$$

а производительность транспортных средств в соизмеримых единицах

$$W_{ч_{TE}}' = \frac{V_{TE} \lambda_{TE} \gamma}{HT_o'}$$

Как недостаток, так и избыток обслуживающих транспортных средств приводит к росту затрат на единицу выполненной работы, однако в подавляющем большинстве случаев округление числа транспортных единиц к ближайшему большему целому числу приводит к более низким ресурсозатратам, чем планирование

недостатка транспорта путем округления к ближайшему меньшему целому числу, так как это приводит к росту потерь рабочего времени уборочных агрегатов, что в стоимостном выражении значительно дороже простоя транспортных средств. Таким образом, выбор рациональных размеров комплексов машин позволяет получить экономию ресурсов при уборке единицы площади картофеля за счет более полного использования фонда времени уборочных и транспортных агрегатов и, следовательно, повышения их производительности.

Выводы. Разработанная методика выбора рациональных комплексов машин и полученные критериальные математические модели могут быть использованы при проектировании материально-технической базы и производственных процессов, планировании использования технического и трудового потенциала, организации и нормировании работ, управлении производственными процессами в сельскохозяйственных предприятиях.

Список использованных источников

1. Непарко Т.А. Прогнозирование рационального состава машинно-тракторных агрегатов // Агропанорама.2004. № 2. С. 30-36.
2. Технологии и техническое обеспечение производства продукции растениеводства. Практикум : учеб. пособие / Т.А. Непарко [и др.]; под ред. Т.А. Непарко. Минск : ИВЦ Минфина, 2018. 220 с.
3. Непарко Т.А., Жданко Д.А., Шило И.Н. Производственная эксплуатация машинно-тракторного парка. Практикум: учеб. пособие / под ред. Т.А. Непарко. Минск : БГАТУ, 2021. 192 с.
4. Непарко Т.А. Технология и техническое обеспечение производства продукции растениеводства: электронное учебное пособие. Минсельхозпрод РБ, УО «БГАТУ», Кафедра ЭМТП и А. Минск : БГАТУ, 2023.