

тизированном сборе // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2020. Т. 67. № 1 (38). С. 133–141.

9. Chang C-L, Huang C-C. Design and Implementation of an AI-Based Robotic Arm for Strawberry Harvesting. *Agriculture*. 2024. 14(11). 2057.

10. Кутырёв А.И., Филиппов Р.А. Применение сверточной нейронной сети для мониторинга состояния земляники садовой // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2023. Т. 24. № 4. С. 685–696.

11. Yue Y, Xu S, Wu H. A Strawberry Ripeness Detection Method Based on Improved YOLOv8. *Applied Sciences*. 2025. 15(11). 6324.

12. Khort D.O., Kutyrev A., Smirnov I., Andriyanov N., Filippov R., Chilikin A., Astashov M.E., Molkova E.A., Sarimov R.M., Matveeva T.A., Gudkov S. Enhancing sustainable automated fruit sorting: hyperspectral analysis and machine learning algorithms // *Sustainability*. 2024. Т. 16. № 22. С. 10084.

13. Кутырёв А.И. Распознавание и классификация болезней листьев яблони на основе анализа их изображений моделями сверточных нейронных сетей (CNN) // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 3 (63). С. 215–223

14. Кутырёв А.И., Филиппов Р.А. Распознавание генеративных частей земляники садовой с использованием сверточной нейронной сети (CNN) // Таврический вестник аграрной науки. 2023. № 2 (34). С. 72–86.

### УДК 631.3

**Р.М. Рустамов**, *д-р техн. наук, профессор*,

**С.Р. Аскар**ов, *базовый докторант*

*Наманганский государственный технический университет»,*

*г. Наманган, Республика Узбекистан*

*rrustamov1962@gmail.com*

## **АНАЛИЗЫ, КАСАЮЩИЕСЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПАРКА МАШИН И ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ РЕМОНТНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ДЛЯ ОВОЩЕВОДЧЕСКИХ КЛАСТЕРОВ ОБЛАСТЕЙ ФЕРГАНСКОЙ ДОЛИНЫ**

**Ключевые слова:** Ферганская долина, овощеводческий кластер, парк машин, ремонт и техническое обслуживание, мобильный сервис, подразделение технического обслуживания.

**Keywords:** Fergana Valley, vegetable cluster, machinery fleet, repair and maintenance, mobile service, maintenance unit.

**Аннотация.** В данной статье рассмотрены задачи и вопросы обоснования состава парка машин и подразделений ремонтно-технического обслуживания для овощеводческих кластеров Ферганской долины.

Особое внимание уделяется организационной эффективной технической инфраструктуре.

**Summary:** This article examines the tasks and issues related to substantiating the composition of the machinery fleet and repair-maintenance service units for vegetable-growing clusters in the Fergana Valley. It focuses on optimizing the technical infrastructure to enhance operational efficiency.

В Ферганской долине производство овощей является одним из наиболее интенсивных и наиболее чувствительных к технологиям направлений регионального сельского хозяйства.

Своевременная подготовка почвы, посев или высадка рассады, междурядная обработка, внесение удобрений, защита растений, уборка урожая и транспортные работы напрямую зависят не только от наличия машин, но и от уровня их технической готовности. Поэтому проектирование парка машин и состава инфраструктуры ремонтно-технического обслуживания необходимо рассматривать не как отдельные управленческие решения, а как единую систему.

В Узбекистане имеется ряд исследований, посвящённых проектированию парка машин и сервисной инфраструктуры для сельскохозяйственных кластеров, Б. Эгамназаров обосновал структуру сервисных центров для рисоводческих кластеров, Т. Хамракулов уделил внимание параметрам ремонтной базы для зерновых кластеров, М. Джиянов исследовал станции технического обслуживания для хлопково-текстильных кластеров, а Ж.Ачилов изучил рациональное количество мобильных мастерских и параметры обслуживания [1, 2, 3, 4]. Хотя эти работы непосредственно не посвящены овощеводству, заложенные в них методические принципы могут быть адаптированы к специфическому производственному профилю овощеводческих кластеров Ферганской долины.

Исследование охватывает овощеводческие кластеры, действующие в Андижанской, Наманганской и Ферганской областях Ферганской долины. Вместо анализа на примере конкретного хозяйства в статье выбран территориально обобщённый подход, а в качестве расчётной единицы принят базовый кластер площадью 1000 га. Такой масштаб позволяет полноценно описать производственную и сервисную систему и одновременно даёт возможность пересчитывать результаты для более мелких или более крупных предприятий.

Основными методами исследования являются сравнительный анализ, нормативная оценка, группировка технологических процессов и структурно-функциональное проектирование. Общее выражение для

расчёта потребности в машинах при выполнении  $i$ -го технологического процесса записывается следующим образом:

$$N_i = \frac{Q_i}{W_i \cdot D_i \cdot K_{u,i}} \quad (1)$$

Здесь  $N_i$  – число машин, необходимое для выполнения  $i$ -го технологического процесса,  $Q_i$  – объём работ,  $W_i$  – производительность одного машинно-агрегатного комплекса,  $D_i$  – число дней, отведённых на данную оператию.

Коэффициент  $K_{u,i}$  характеризует использование рабочего времени и техническую готовность. Сезонная нагрузка планового технического обслуживания может быть выражена следующим образом:

$$M_{\text{МО}} = \sum_{j=1}^m \frac{H_j}{I_j} \quad (2)$$

Здесь  $M_{\text{МО}}$  – количество запланированных технических обслуживаний,  $H_j$  – сезонное время работы машины  $j$ -го типа,  $I_j$  – интервал между техническими обслуживаниями,  $m$  – число типов машин в парке.

Число работников, необходимое для  $k$ -го сервисного подразделения, можно оценить по трудоёмкости следующим образом:

$$R_k = \frac{L_k}{F_k \cdot K_k} \quad (3)$$

Здесь  $R_k$  – требуемое число работников,  $L_k$  – общая трудоёмкость, возложенная на  $k$ -е подразделение,  $F_k$  – эффективный годовой фонд рабочего времени на одного работника,  $K_k$  – коэффициент производительности труда. Выбор Андижанской, Наманганской и Ферганской областей в качестве единой аналитической территории опирается на ряд общих производственных особенностей. Во-первых, в этих регионах овощеводство носит интенсивный характер, а интервалы между основными полевыми работами коротки. Во-вторых, в течение одного вегетационного сезона требуется последовательное и многократное использование нескольких категорий машин. В-третьих, в полевых условиях в напряжённые периоды возникает высокая потребность в оперативной диагностике, мелком ремонте и мобильном техническом обслуживании.

Поэтому статья направлена не на описание одного конкретного предприятия, а на предложение обобщённой территориальной модели планирования, которая впоследствии может быть уточнена данными, характерными для конкретного кластера. Такой подход особенно полезен на методическом этапе, поскольку до перехода к оптимизации на уровне предприятия он раскрывает операционную логику организации парка машин и сервисной системы.

Рассмотренные исследования показывают, что состав парка машин следует формировать не на основе отдельных закупок техники, а исходя из последовательности технологических процессов [1,2]. Для базового овощеводческого кластера площадью 1000 га этот принцип предполагает следующие группы машин, охватывающие весь производственный цикл:

- машины для обработки почвы: универсальные тракторы, плуги, дисковые бороны, фрезы, выравниватели и оборудование для формирования борозд;
- машины для посева и высадки рассады: точные сеялки, рассадопосадочные машины, маркеры рядков, а также устройства для укладки мульчи или ленты капельного орошения;
- машины для ухода и защиты растений: междурядные культиваторы, опрыскиватели, агрегаты для внесения удобрений и лёгкие вспомогательные агрегаты;
- уборочные машины: копатели, уборочные платформы, сортировочные устройства и погрузочное оборудование, адаптированное к типам овощных культур;
- транспортные и вспомогательные машины: прицепы, полуприцепы, погрузочные устройства и малотоннажный полевой транспорт для непрерывного вывоза урожая.

Одной из важных особенностей овощеводческих кластеров является то, что одна универсальная категория тракторов может участвовать в нескольких операциях в течение одного сезона. Это повышает эффективность использования капитала, но одновременно усиливает сервисную нагрузку. Поэтому выбор машин должен быть согласован с мощностью технического обслуживания, наличием запасных частей и удобством сервисного обеспечения.

В рассмотренных исследованиях кластеров зафиксировано использование моделей ARION 630C, MX-140, Беларусь 1221.2, VT-150, TTZ-80.10, MTЗ-80, AXOS 340C, John Deere 6175M, New Holland T-7060 и Case Puma 180 [1,2,3]. В условиях овощеводческого кластера эти машины следует трактовать не как жёсткий перечень, а как базовые категории, разграниченные по мощности и назначению. Окончательный выбор зависит от состава имеющегося парка, совместимости агрегатов, обеспечения запасными частями и возможностей местного сервиса.

Анализ рассмотренной литературы показывает, что в составе системы технического сервиса для сельскохозяйственных кластеров должны присутствовать не только ремонтные мощности, но и элементы диагностики, мойки, хранения и мобильного оперативного реагирования. Уделяет особое внимание сервисным отделениям, техноло-

гическом оснащении станций технического обслуживания и инженерных кадрах. В совокупности эти выводы обосновывают сервисную структуру для овощеводческих кластеров Ферганской долины, объединяющую стационарные и мобильные компоненты.

Стационарное подразделение выполняет более глубокий ремонт и плановое техническое обслуживание, тогда как мобильный компонент предотвращает задержки в поле, обеспечивает оперативную наладку и снижает вероятность длительных остановок.

Кадровая структура подразделения ремонтно-технического обслуживания должна зависеть от числа машин, их технической сложности и объёма сезонной нагрузки. В минимальный состав для базового овощеводческого кластера следует включить инженера-механика, специалиста по диагностике или технического контролёра, двух или трёх ремонтников, сварщика, специалиста по электрооборудованию, кладовщика, а также водителя-механика для мобильного сервисного автомобиля. По мере увеличения масштаба кластера и разнообразия состава парка эту структуру целесообразно поэтапно расширять.

При планировании сервисной нагрузки особенно важны три фактора: интервал между плановыми техническими обслуживаниями, расстояние от сервисного подразделения до производственных полей и пик спроса в наиболее напряжённые периоды сезона. Результаты Ж.Ачилова показывают, что оптимизация этих параметров снижает потребность в дополнительных мобильных подразделениях и повышает экономическую эффективность [4]. Для овощеводческих кластеров этот вывод особенно важен в период уборки урожая, поскольку время простоя немедленно влияет на потери урожая и процесс координации транспорта.

Предполагается, что предложенный парк машин и сервисная структура повысят эффективность по нескольким направлениям. Во-первых, увеличение доли планового технического обслуживания сокращает число аварийных отказов. Во-вторых, наличие мобильного сервиса уменьшает простой машин в поле. В-третьих, функции диагностики и ремонта-сборки позволяют восстанавливать агрегаты вместо их полной замены. В-четвёртых, системное хранение запасных частей и инструментов снижает сезонные перебои, связанные с закупками и логистикой.

Годовой технико-экономический эффект в общем виде можно выразить следующим образом:

$$E = \Delta C_t + \Delta C_y + \Delta C_h - C_s \quad (4)$$

Здесь  $E$  – годовой экономический эффект,  $\Delta C_t$  – экономия за счёт сокращения времени простоя,  $\Delta C_y$  – экономия, связанная с уменьше-

нием потерь урожая,  $\Delta C_h$  – результат снижения трудовых и вспомогательных затрат, а  $C_s$  – затраты на организацию и эксплуатацию сервисного подразделения.

Результаты анализа позволяют сделать следующие выводы:

- базовый кластер площадью 1000 га является удобной аналитической единицей для планирования парка машин и интеграции системы ремонтно-технического обслуживания в овощеводстве;
- состав парка машин должен формироваться исходя из последовательности технологических операций; при этом обработку почвы, посев и высадку рассады, уход, уборку урожая, а также транспортно-вспомогательные функции необходимо рассматривать отдельно;
- для овощеводческих кластеров Ферганской долины подразделение ремонтно-технического обслуживания должно сочетать структуру стационарной мастерской с возможностями мобильного сервиса для поддержания технической готовности в напряжённые периоды.

Таким образом, статья предлагает исходную методическую основу, служащую для научного и практического проектирования парка машин и подразделений ремонтно-технического обслуживания для овощеводческих кластеров Ферганской долины. На следующем этапе необходимо откалибровать модель по данным конкретных кластеров, уточнить потребность в количестве машин и оборудования, а также количественно оценить годовой экономический эффект в реальных условиях эксплуатации.

#### **Список использованной литературы**

1. Б. Эгамназаров, Обоснование состава машин и ремонтно-сервисных баз для рисоводческих кластеров, диссертации доктора философии (PhD), Наманган, 2024.
2. Т. Хамракулов, Обоснование состава машин и ремонтно-сервисных баз для зерновых кластеров, диссертации доктора философии (PhD), Гульбахор, 2024.
3. М. Джиянов, Обоснование состава машин и станций технического обслуживания для хлопково-текстильных кластеров, диссертации доктора философии (PhD), Гульбахор, 2021.
4. Ж. Ачилов, Обоснование рационального количества и параметров обслуживания мобильных мастерских сервисных центров, диссертации доктора философии (PhD), Гульбахор, 2024.