

engine control system with the artificial neural network. *Diagnostyka*. 20. DOI: 10.29354/diag/110440.

2. Iakovlev V.F. Diagnostika elektronnykh sistem upravleniia avtomobilnymi dvigateliami: ucheb. posob. / V.F. Iakovlev. – Samara: Samar. gos. tekhn. un-t., 2010. – 122 s.: il.

3. Krush, L.O. Opredelenie zavisimosti voznikaiushchikh neispravnostei v elektronnom bloke upravleniia dvigatelem ot uslovii ekspluatatsii / L.O. Krush, D.A. Galin // *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – 2023. – No. 2 (220). – S. 96–102. DOI: 10.53083/1996-4277-2023-220-2-96-102.

4. Dadam, S., Jentz, R., Ienzen, T., Meissner, H. (2020). Diagnostic Evaluation of Exhaust Gas Recirculation (EGR) System on Gasoline Electric Hybrid Vehicle. *SAE Technical Papers*. DOI: 10.4271/2020-01-0902.

5. GOST 14846-81. Dvigateli avtomobilnye. Metody standovykh ispytaniy.

6. Raikov, I.Ia. Ispytaniia dvigatelei vnutrennego sgoraniia: ucheb. dlia vuzov / I.Ia. Raikov. – Moskva: Vysshaia shkola, 1975. – 320 s.

7. Kannadhasan, A. (2021). Self Diagnostic Cars: Using Infotainment Electronic Control Unit. *SAE Technical Papers*. DOI: 10.4271/2021-26-0027.

8. Mirmohammadsadeghi M., Zhao H., Ito A. (2020). Optical study of gasoline substitution ratio and diesel injection strategy effects on dual-fuel combustion. *Proceedings of the Institution of Me-*

*chanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering*. 234 (4):1075-1097. DOI: 10.1177/0954407019864013.

9. Song, Q., Wenzhi, G., Zhang, P., Liu, J., Wei, Z. (2019). Detection of engine misfire using characteristic harmonics of angular acceleration. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering*. 233. 095440701983410. DOI: 10.1177/0954407019834104.

10. Kihass, D., Pachner, D., Baramov, L., et al. (2016). Concept Analysis and Initial Results of Engine-Out NOx Estimator Suitable for on ECM Implementation. *SAE Technical Papers. SAE 2016 World Congress and Exhibition*. DOI: 10.4271/2016-01-0611.

11. Pat. RU 2790340 C1, Rossiiskaia Federatsiia, MPK G01M 3/00, G01M 17/00. Ustanovka dlia opredeleniia negermetichnostei v zamknutykh sistemakh avtotransportnykh sredstv / D.A. Galin, L.O. Krush; zaiavitel i patentoobladatel Federalnoe gosudarstvennoe biudzhethoe obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego obrazovaniia «Natsionalnyi issledovatel'skii Mordovskii gosudarstvennyi universitet im. N.P. Ogareva». – No. 2022121756; zaiavl. 10.08.2022; opubl. 16.02.2023.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке внутривузовского научного гранта в области гуманитарных, естественных и инженерно-технических наук ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва» № з/б 33-21-МП, 2022 года.*



УДК 631.173

DOI: 10.53083/1996-4277-2023-223-5-91-98

С.Ю. Журавлев

S.Yu. Zhuravlev

## КРАТКИЙ ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ И НОВЫХ ПОДХОДОВ К ТЕХНИЧЕСКОМУ СЕРВИСУ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

### OVERVIEW OF EXISTING AND NEW APPROACHES TO TECHNICAL SERVICE OF AGRICULTURAL MACHINERY

**Ключевые слова:** агропромышленный комплекс РФ, технический сервис, техническое обслуживание и ремонт, гарантийное и послегарантийное обслуживание, сельскохозяйственная техника, планово-предупредительная система.

**Keywords:** agro-industrial complex of the Russian Federation, technical service, maintenance and repair, warranty and post-warranty service, agricultural machinery, preventive maintenance system.

В последние годы государство стало более активно финансировать АПК РФ, в том числе через эффективные механизмы госпрограмм (закупка сельскохозяйственной техники иностранного производства, элитных семян, племенных животных и средств защиты растений), но в связи со сложившейся сложной политико-экономической ситуацией назрели изменения и в государственной финансовой поддержке эффективной структуры поддержания работоспособного состояния машин и оборудования. Однако дискуссионным, до сих пор, остается вопрос о том, какую же форму организации технического сервиса современных машин и оборудования использовать для этого? Проведен аналитический обзор результатов в области совершенствования системы технического сервиса современной сельскохозяйственной техники с учётом особенностей финансовых отношений в АПК РФ, а также с учётом существующей экономической ситуации в Российской Федерации. В настоящее время актуальны исследования по изучению всех этапов производственной и технической эксплуатации техники сельхозпроизводителей, ознакомление с результатами организации работы сервисных служб по поддержанию и восстановлению работоспособного состояния машин АПК РФ. Представляют интерес и перспективы совершенствования структуры ТС на основе возложения на заводы-производители ответственности за качественное выполнение ремонтно-обслуживающих работ в течение всего периода эксплуатации машин. В качестве основных направлений совершенствования ТС рассматриваются: более интенсивная модернизация структуры ремонтно-обслуживающей базы АПК с учетом коммерческих интересов и финансовых возможностей всех заинтересованных сторон; определение оптимального количества, установление более эффективной структуры дилеров, представляющих интересы заводов-изготовителей, а также ремонтно-обслуживающих предприятий с прочими формами хозяйствования с разработкой рационального перечня услуг для потребителей машин; дальнейшая оптимизация системы гарантийного и по-

слегарантийного сопровождения техники и оборудования АПК, поставленных потребителю.

In recent years the state began to finance more actively the agro-industrial complex of the Russian Federation including through the effective mechanisms of state programs (purchase of foreign agricultural machinery, purchase of elite seeds, pedigree animals and crop protection agents), but in connection with the current complicated political and economic situation the changes in state financial support for effective structure of maintaining the serviceability of machinery and equipment are imminent. However, the question of what form of organization of technical service of modern machinery and equipment is still debatable. This paper presents an analytical review of the results in the improvement of the technical service system of modern agricultural machinery with regard for features of financial relations in the agro-industrial complex as well as taking into account the current economic situation in the Russian Federation. At the present time, the studies at all stages of production and technical operation of agricultural machinery are relevant, the results of service departments work on maintaining and restoring the operability of machinery in the agro-industrial complex of the Russian Federation are also studied. The prospects for improving the structure of technical service on the basis of placing the responsibility for quality performance of repair-maintenance works on the manufacturers during the whole period of machinery operation are of interest. The following main technical service improvement directions are considered: more intensive modernization of repair-maintenance base structure of the agro-industrial complex taking into account commercial interests and financial possibilities of all interested parties; determination of optimal quantity; establishment of more effective structure of dealers; representing the interests of manufacturers as well as repair-maintenance enterprises with other management forms with development of rational list of services for machinery users, and further optimization of warranty system.

**Журавлев Сергей Юрьевич**, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ, г. Красноярск, Российская Федерация, e-mail: sergeig1961@mail.ru.

**Zhuravlev Sergey Yurevich**, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Krasnoyarsk State Agricultural University, Krasnoyarsk, Russian Federation, e-mail: sergeig1961@mail.ru.

### Введение

В последние годы государство стало более активно финансировать АПК РФ, в том числе через эффективные механизмы госпрограмм [1], но если до 2022 г. основная часть этих финансовых средств направлялась на закупку сельскохозяйственной техники иностранного производства по различным схемам (льготные кредиты, лизинговые программы, прямые закупки у авторизованных дилеров и пр.), закупку элитных семян, племенных животных, средств защиты растений и пр. (в основном по проектам 3, 4:

«Развитие отраслей и техническая модернизация агропромышленного комплекса», «Стимулирование инвестиционной деятельности в агропромышленном комплексе») [2], то в связи со сложившейся в настоящее время, по отношению к России, сложной политико-экономической ситуацией это стало экономически невыгодно: многократный рост цен, неэффективная логистика, невозможность приобретения вообще, из-за санкционного воздействия, за исключением техники производства Беларуси, Казахстана, КНР [3, 4].

Большинству же агропредприятий по-прежнему нужна недорогая отечественная техника, более приспособленная к техническому сервису (ТС), техническому обслуживанию и ремонту (ТОиР), ремонту и восстановлению агрегатов машин и их деталей по типовым технологиям, централизованным обеспечением запасными (новыми и/или восстановленными) частями отечественного производства [5]. Поэтому российскому АПК необходима государственная финансовая поддержка сельскохозяйственного производства не только в плане оснащения предприятий новой техникой, но и участие в организации и/или восстановлении эффективной структуры поддержания работоспособного состояния машин и оборудования АПК за счет применения технологий и современного оборудования для проведения своевременного ТС и ТОиР различной техники. Однако дискуссионным, до сих пор, остается вопрос о том, какую же форму организации ТС современных машин и оборудования, используемых в АПК РФ, следует принять за основу при формировании (по сути, возрождении) новой сервисной (инженерной) службы, взамен хорошо зарекомендовавшей себя «советской» планово-предупредительной системы ТОиР сельскохозяйственных машин [6], и какие критерии выбора использовать для этого.

**Цель** работы – кратко рассмотреть и проанализировать существующие и новые подходы к ТС сельскохозяйственных машин, с учетом объективной перспективы постепенной замены современной техники европейских производителей на машины отечественных марок.

**О формах организации ТС сельскохозяйственной техники.** Отвечающая современным требованиям система организации ТС машин и оборудования сельхозпроизводителей должна обеспечивать максимальную их надежность в течение срока эксплуатации [7]. Структурные единицы системы ТС должны иметь базирование, максимально приближенное к потребителю услуг. Выполнение этих условий может повлиять на повышение работоспособности сельскохозяйственной техники и тем самым снизить нормативную потребность в машинах и оборудовании для предприятий АПК в 1,4-1,6 раза, за счет этого могут снизиться затраты на содержание машинно-тракторного парка и повыситься эф-

фективность выполнения механизированных, производственных процессов. Улучшение вышеуказанных факторов приводит, как правило, к снижению себестоимости и увеличению объема произведенной предприятиями сельскохозяйственной продукции [8].

В последнее время в ряде публикаций предлагается решать проблему реорганизации системы ТС сельскохозяйственной техники за счет внедрения дилерской системы её обслуживания и ремонта [9], работающей на основе использования «фирменных» технологий и оборудования для качественного проведения операций по техническому обслуживанию и ремонту машин [10, 11].

Представляет определенный интерес и совершенствование структуры ТС на основе возложения на заводы-производители ответственности за качественное выполнение ремонтно-обслуживающих работ в течение всего периода эксплуатации машин [12]. В обоих случаях авторами рассматриваются следующие современные формы организации технического сервиса сельскохозяйственной техники: обслуживание и ремонт силами и средствами предприятия технического сервиса; представителем (дилером) завода-производителя машин и оборудования; силами и средствами самого предприятия АПК; совместно с предприятием технического сервиса; совместно с представителем завода-производителя машин и оборудования.

Перечисленные формы организации ТС должны учитывать возможность или необходимость использования трех известных стратегий осуществления технического сервиса [10]: по потребности после возникновения отказа; планово-предупредительная система с планированием ТС по наработке и по объемам работ по обслуживанию и ремонту; выполнение ремонтно-обслуживающих работ по результатам ресурсного диагностирования и оценки реального технического состояния машины.

В основе решения проблемы глобального повышения качества производства техники и её дальнейшего эффективного использования потребителями рассматривается создание новых, модернизация действующих заводов-производителей машин АПК с более глубоким внедрением различных форм фирменного технического сервиса выпускаемой техники. Считается,

что это направление является наиболее целесообразным и перспективным при соответствующем объёме инвестиционных вложений, а также по срокам осуществления необходимых организационных мероприятий. Широкое внедрение системы фирменного сервиса в условиях рыночной конкуренции и государственного стимулирования данного процесса на протяжении всего срока эксплуатации даст возможность обеспечить необходимое качество и конкурентоспособность отечественной техники, а также поддерживать высокие показатели надёжности машин и оборудования российского производства [13,14].

**Экономические предпосылки совершенствования ТС.** Экономика наиболее развитых стран функционирует, учитывая интересы потребителей различной продукции, заключающиеся в том, что они кроме качества потребляемого товара и его приемлемой стоимости хотят знать о величине затрат на его дальнейшее использование. Поэтому зарубежные производители практикуют использование методики интегральной оценки вышеназванных затрат с применением показателя «Total Cost of Ownership» – полная стоимость владения (ПСВ) [15].

Отечественные же производители сельскохозяйственной техники практически не используют ПСВ в своей работе, потому что не располагают информацией о полной стоимости производственной и технической эксплуатации своей продукции в течение всего срока службы машин и оборудования. Данная методика не утверждена и в официальных государственных актах.

Для сельскохозяйственной техники использование методики ПСВ, основанной на теории старения машин и затратности данного процесса, может обеспечить переход к соглашениям с потребителями, которые предусматривают не только поставку товара или его предпродажную подготовку, но и, при необходимости, качественное обслуживание в течение срока службы, ремонт и утилизацию поставленного оборудования. Правительство РФ с учётом мировых тенденций в решении означенной проблемы начало работы по созданию методик и регламентирующих положений для использования рекомендаций в области взаимоотношений производителей продукции и её потребителей

[15, 16]. Поэтому коммерческая стоимость техники должна устанавливаться с учётом таких параметров, как периодичность предусмотренных планово-предупредительной системой различных видов ТО и средние значения наработок на отказы различной сложности. Для отладки взаимоотношений заводов-производителей, предприятий технического сервиса и потребителей техники в производственно-рыночных условиях их функционирования государство должно взять на себя обязанность регулятора юридической и экономической составляющей этого процесса.

**О планах мероприятий по совершенствованию ТС.** Опираясь на вышесказанное, можно утверждать, что реновация структуры современного технического сервиса машин и оборудования сельхозпроизводителей должна опираться на восстановление инженерно-технических служб в сфере ТС. Создание (воссоздание) современной, эффективной системы ТС должны включать в себя следующие мероприятия: модернизацию, воссоздание ремонтно-обслуживающей базы крупных предприятий АПК, специализированных РТП, производство и оснащение этих структур ТС необходимым технологическим оборудованием, подготовку кадрового состава специалистов по техническому сервису современной сельскохозяйственной техники; дальнейшее совершенствование системы фирменного технического сервиса российской, белорусской и прочей техники предприятий АПК, поставляемой дружественными странами; разработка и внедрение современной, отлаженной организации технического сервиса на основе применения планово-предупредительной и других эффективных стратегий ТО и ремонта; внедрение эффективных рычагов экономической мотивации процесса совершенствования системы ТС с применением стимулирующих оценочных показателей деятельности ИТС, зависящих от уровня работоспособности МТП предприятий и др.

Материально-техническая оснащённость системы ТОиР должна основываться на совершенно новом структурном базисе. Так, в стратегии развития ТС машин АПК, предложенной В.И. Черноивановым, рассматривается создание сети машинно-тракторных станций (МТС), работающих на основе современных подходов к реше-

нию производственных проблем в сфере механизации производства и осуществления обслуживания и ремонта [17]. Рассмотренные стратегия и структура технического сервиса основываются на следующих положениях: деятельность ремонтно-обслуживающих предприятий должна быть направлена на соблюдение приоритета интересов сельхозтоваропроизводителя в том, чтобы получить максимум продукции при минимуме её себестоимости; обслуживание и ремонт сельскохозяйственной техники должны быть организованы с учётом особенностей хозяйствования предприятий АПК различных сельскохозяйственных зон РФ; организация ремонта должна учитывать особенности конструкции и технологические схемы работы различных машин и оборудования АПК; стимулирование экономической мотивации всех сторон сферы АПК в качественном ТС машин: производителей машин и запасных частей, различных предприятий ТС, потребителей машин и оборудования сельскохозяйственного назначения, создание конкуренции и права выбора исполнителей ремонта и обслуживания своих машин их владельцами; обеспечение экономически пропорционального равновесия между производством новой техники, запасных частей и прочих комплектующих к ней и существующей системой ремонтно-обслуживающего производства в сельскохозяйственном секторе экономики; стимулирование, в том числе и на законодательном уровне, заинтересованности производителей машин и оборудования в организации качественного сервиса своей продукции, реализованной среди потребителей; оптимальное с точки зрения эффективности распределение различных видов технического обслуживания и ремонта между предприятиями ремонтно-обслуживающей базы АПК, имеющими определенную спецификацию; модернизация системы технического сервиса современной сельскохозяйственной техники должна осуществляться с применением новых технологий в сфере информационного обеспечения производственных процессов, т.е. направлена на максимальную цифровизацию систем управления и согласования технологических цепочек структур ТС.

Создание описанной выше структуры ТС требует больших затрат не только со стороны бюджетных государственных организаций, но и

со стороны предпринимательских структур, работающих в этой сфере, а также со стороны сельхозпроизводителей, многие из которых не готовы к таким расходам. Очевидно, что отсутствие необходимых средств является одной из основных причин современного, весьма плачевного, состояния организации ТС техники сельхозпроизводителей.

**Примеры успешной реализации.** В качестве примера можно рассмотреть современный подход к организации ТС техники собственного производства гарантийно-сервисной службой, входящей в структуру Петербургского тракторного завода (ПТЗ), причем гарантийно-сервисная служба является составной частью системы сервисной службы самого завода. Сервисная служба ПТЗ отвечает за партнёрские отношения с сетью дилерских предприятий на основе договоров о партнёрстве. Дилеры завода в регионах РФ и СНГ непосредственно занимаются предпродажной подготовкой, реализацией продукции завода среди потребителей с последующим её сервисным сопровождением в соответствии с политикой завода-производителя.

Гарантийные и послегарантийные ТС, ТОиР продукции ПТЗ, поставки запасных частей дилерам и потребителям осуществляются, исходя из требований соглашений с потребителем, технической документации, ГОСТов и иных нормативно-технических документов. Для более эффективной работы дилерских центров на предприятии создана электронная информационная база, предназначенная для обмена различными данными, касающимися организации и технологии ТС. Этой системой пользуются инженеры-конструкторы и технологи завода, сельхозпроизводители, поставщики комплектующих материалов. Специалисты ПТЗ по гарантийному и послегарантийному сервису также участвуют в работе этой информационной системы в качестве консультантов.

Сервисная сеть ПТЗ распространена в различных регионах РФ и стран СНГ. Основными задачами завода при организации сервисного сопровождения реализованной потребителям техники являются качественная работа дилерских сервисных предприятий, а также сети продаж запасных частей в тех регионах, куда поставляется продукция. Содержание гарантийного и послегарантийного обслуживания тракторов

«Кировец», выполняемого дилерами, должно соответствовать технологическим картам на проведение различных видов ТОиР, разработанных специалистами завода [18].

Основой деятельности других дилеров – известных российских и белорусских производителей сельхозтехники, работающих, например, на территории Красноярского края, также является выполнение профилактических работ по гарантийному и послегарантийному обслуживанию. Однако выполнение ремонтных работ составляет меньший объем (по сравнению с ПТЗ), прежде всего, это работы по устранению возникших в гарантийный и послегарантийный периоды отказов техники и оборудования, которые потребители приобрели в самом дилерском центре или в сторонних торговых организациях.

Номенклатура услуг, оказываемых этими дилерами, будет определяться требованиями и политикой заводов-изготовителей в области партнёрских отношений с самими дилерскими предприятиями и с потребителями при поставках на договорной основе техники и оборудования с последующим гарантийным и послегарантийным сервисным сопровождением поставляемой продукции [19].

### Выводы

1. Модернизация структуры ремонтно-обслуживающей базы АПК должна проводиться с учетом коммерческих интересов и финансовых возможностей всех заинтересованных сторон.

2. Для определения оптимального количества, эффективной структуры дилеров различных заводов-изготовителей, а также иных ремонтно-обслуживающих предприятий необходимо разработать рациональный перечень услуг по ТС, ТОиР для потребителей машин.

3. Дальнейшая оптимизация системы гарантийного и послегарантийного сопровождения техники и оборудования АПК должна осуществляться с учетом уже поставленных потребителю современных машин и оборудования.

### Библиографический список

1. Шатохин, М. В. Финансирование деятельности агропромышленного комплекса Российской Федерации / М. В. Шатохин, А. А. Белостоцкий. – Текст: непосредственный // Вестник Кур-

ской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 8. – С. 40-42.

2. Портал госпрограмм РФ / Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия: официальный сайт. – URL: <https://programs.gov.ru/Portal/programs/passport/25> (дата обращения: 20.04.2023). – Текст: электронный.

3. Алексеенко, О. И. Проблемы обеспечения агропромышленного комплекса России сельскохозяйственной техникой в условиях новых западных санкций / О. И. Алексеенко. – Текст: непосредственный // Социально-гуманитарный вестник: Всероссийский сборник научных трудов. – 2022. – Вып. 31. – С. 87-94.

4. Криничная, Е. П. Рынок сельскохозяйственной техники в России: современное состояние и тенденции развития / Е. П. Криничная. – Текст: непосредственный // Вестник аграрной науки. – 2022. – № 6 (99). – С. 110-118.

5. Импортзамещающий потенциал российского сельскохозяйственного машиностроения: оценка, риски, пути реализации / О. А. Чернова, И. В. Митрофанова, Н. П. Иванов, Р. А. Ялмаев. – Текст: непосредственный // Теория и практика общественного развития. – 2019. – № 5(135). – С. 22-32.

6. Кац, Б. А. Из истории создания системы планово-предупредительного ремонта / Б. А. Кац. – Текст: непосредственный // Главный механик. – 2013. – № 11. – С. 19-26.

7. ГОСТ 27.003-90. Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности. – Текст: непосредственный.

8. Кушнарёв, Л. И. Состояние и направления инновационного развития инженерно-технической службы АПК / Л. И. Кушнарёв, О. Н. Дидманидзе. – Текст: непосредственный // Международный технико-экономический журнал. – 2014. – № 1. – С. 31-40.

9. Чеботарёв, М. И. Проблемы и перспективы развития технического сервиса АПК / М. И. Чеботарёв, И. Г. Савин. – Текст: непосредственный // Научный журнал КубГАУ. – 2014. – № 97 (03). – С. 564-592.

10. Дорохов, А. С. Совершенствование входного контроля качества сельскохозяйственной техники на дилерских предприятиях / А. С. Дорохов. – Текст: непосредственный //

Вестник ФГБОУ ВПО МГАУ им. В. П. Горячкина. – 2009. – № 2 (33). – С. 73-75.

11. Усуфов, М. М. Перспективы развития автосервиса / М. М. Усуфов. – Текст: непосредственный // Техничко-технологические проблемы сервиса. – 2012. – № 1 (19). – С. 72-77.

12. Катаев, Ю. В. Технический сервис и его организационная система в агропромышленном комплексе / Ю. В. Катаев, Е. Ф. Малыха, Е.А. Градов. – Текст: непосредственный // Наука без границ. – 2020. – № 12 (52). – С. 10-15.

13. Дорохов, А. С. Технический сервис в системе инженерно-технического обеспечения АПК / А. С. Дорохов, В. М. Корнеев, Ю. В. Катаев. – Текст: непосредственный // Сельский механизатор. – 2016. – № 8. – С. 2-5.

14. Модернизация системы технического сервиса агропромышленного комплекса: монография / Л. И. Кушнарев, Е. Л. Чепурина, С. Л. Кушнарев [и др.]; под редакцией Л. И. Кушнарера. – Москва: МЭСХ, 2015. – 440 с. – Текст: непосредственный.

15. Анализ эффективности современного технического сервиса сельскохозяйственной техники в АПК / В. И. Игнатов, Ю. В. Катаев, В. С. Герасимов, Д. В. Андреева. – Текст: непосредственный // Агроинженерия. – 2021. – № 2 (102). – С. 62-67.

16. Семейкин, В. А. Экономическая эффективность входного контроля качества сельскохозяйственной техники / В. А. Семейкин, А. С. Дорохов. – Текст: непосредственный // Вестник ФГБОУ ВПО МГАУ им. В. П. Горячкина. – 2009. – № 7(38). – С. 15-17.

17. Извозчикова В.В., Матвейкин И.В. Пути решения вопросов технического сервиса машин АПК / В. В. Извозчикова, И. В. Матвейкин. – Текст: непосредственный // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2005. – № 2 (6). – С. 76-79.

18. Журавлев, С. Ю. Организация и технология технического сервиса сельскохозяйственной техники нового поколения / С. Ю. Журавлев. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2022. – № 7 (213). – С. 116-122.

19. Журавлев, С. Ю. Современная концепция организации технического сервиса машин в АПК / С. Ю. Журавлев. – Текст: непосредственный // Известия Оренбургского государственного

аграрного университета. – 2021. – № 3(89). – С. 119-125.

## References

1. Shatokhin M.V., Belostotskii A.A. Finansirovanie deiatelnosti agropromyshlennogo kompleksa Rossiiskoi Federatsii // Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii. – 2014. – No. 8. – S. 40-42.

2. Portal gosprogramm RF / Gosudarstvennaia programma razvitiia selskogo khoziaistva i regulirovaniia rynkov selskokhoziaistvennoi produktsii, syria i prodovolstviia: ofitsialnyi sait. URL: <https://programs.gov.ru/Portal/programs/passport/25> (data obrashcheniia 20.04.2023).

3. Alekseenko O.I. Problemy obespecheniia agropromyshlennogo kompleksa Rossii selskokhoziaistvennoi tekhnikei v usloviakh novykh zapadnykh sanktsii // Sotsialno-gumanitarnyi vestnik: Vserossiiskii: sbornik nauchnykh trudov. – Barnaul, 2022. – Vyp. 31. – S. 87-94.

4. Krinichnaia E.P. Rynok selskokhoziaistvennoi tekhnikei v Rossii: sovremennoe sostoianie i tendentsii razvitiia // Vestnik agrarnoi nauki. – 2022. – No. 6 (99). – S. 110-118.

5. Chernova O.A., Mitrofanova I.V., Ivanov N.P., Ialmaev R.A. Importozameshchaiushchii potentsial rossiiskogo selskokhoziaistvennogo mashinostroeniia: otsenka, riski, puti realizatsii // Teoriia i praktika obshchestvennogo razvitiia. – 2019. – No. 5 (135). – S. 22-32.

6. Kats B.A. Iz istorii sozdaniia sistemy planovopredupreditelnogo remonta // Glavnyi mekhanik. – 2013. – No. 11. – S. 19-26.

7. GOST 27.003-90. Nadezhnost v tekhnike. Sostav i obshchie pravila zadaniia trebovaniia po nadezhnosti.

8. Kushnarev L.I., Didmanidze O.N. Sostoianie i napravleniia innovatsionnogo razvitiia inzhenernotekhnicheskoi sluzhby APK // Mezhdunarodnyi tekhniko-ekonomicheskii zhurnal. – 2014. – No. 1. – S. 31-40.

9. Chebotarev M.I., Savin I.G. Problemy i perspektivy razvitiia tekhnicheskogo servisa APK // Nauchnyi zhurnal KubGAU. – 2014. – No. 97 (03). – S. 564-592.

10. Dorokhov A.S. Sovershenstvovanie vkhodnogo kontroliia kachestva selskokhoziaistvennoi tekhnikei na dilerskikh predpriatiakh // Vestnik FGOU VPO MGAU imeni V.P. Goriachkina. – 2009. – No. 2 (33). – S. 73-75.

11. Usufov M.M. Perspektivy razvitiia avtoservisa // Tekhniko-tehnologicheskie problemy servisa. – 2012. – No. 1 (19). – S. 72-77.
12. Kataev Iu.V., Malykha E.F., Gradov E.A. Tekhnicheskii servis i ego organizatsionnaia sistema v agropromyshlennom komplekse // Nauka bez granits. – 2020. – No. 12 (52). – S. 10-15.
13. Dorokhov A.S., Korneev V.M., Kataev Iu.V. Tekhnicheskii servis v sisteme inzhenerno-tehnicheskogo obespecheniia APK // Selskii mekhanizator – 2016. – No. 8. – S. 2-5.
14. Kushnarev L.I., Chepurina E.L., Kushnarev S.L., Chepurin A.V., Korneev V.M. Modernizatsiia sistemy tekhnicheskogo servisa agropromyshlennogo kompleksa: monografiia / pod red. L.I. Kushnareva. – Moskva: MESKh, 2015. – 440 s.
15. Ignatov V.I., Kataev Iu.V., Gerasimov V.S., Andreeva D.V. Analiz effektivnosti sovremennogo tekhnicheskogo servisa selskokhoziaistvennoi tekhniki v APK // Agroinzheneriia. – 2021. – No. 2 (102). – S. 62-67.
16. Semeikin V.A., Dorokhov A.S. Ekonomicheskaiia effektivnost vkhodnogo kontroliia kachestva selskokhoziaistvennoi tekhniki // Vestnik FGOU VPO «MGAU imeni V.P. Goriachkina». – 2009. – No. 7 (38). – S. 15-17.
17. Izvozchikova V.V., Matveikin I.V. Puti resheniia voprosov tekhnicheskogo servisa mashin APK / V.V. Izvozchikova, I.V. Matveikin // Izvestiia Orenburgskogo GAU. – 2005. – No. 2 (6). – S. 76-79.
18. Zhuravlev S.Iu. Organizatsiia i tekhnologiia tekhnicheskogo servisa selskokhoziaistvennoi tekhniki novogo pokoleniia // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2022. – No. 7 (213). – S. 116-122.
19. Zhuravlev S.Iu. Sovremennaiia kontseptsiiia organizatsii tekhnicheskogo servisa mashin v APK // Izvestiia Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2021. – No. 3 (89). – S. 119-125.



УДК 621.9Т

DOI: 10.53083/1996-4277-2023-223-5-98-105

**Р.С. Чернусь, А.А. Багаев**  
**R.S. Chernus, A.A. Bagaev**

## СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСХОДА СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ ПО ЧАСТОТЕ ВРАЩЕНИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОПТИЧЕСКОГО ДАТЧИКА

### METHOD OF DETERMINING FLOW OF LOOSE MATERIALS BY ELECTRIC MOTOR SPEED USING AN OPTICAL SENSOR

**Ключевые слова:** центробежный расходомер сыпучих материалов, датчик оборотов, угловая скорость, датчик расхода, программное обеспечение.

Одним из основных элементов автоматизированной системы управления технологическим процессом на зерноперерабатывающих предприятиях является расходомер сыпучих материалов. К расходомерам предъявляются требования информационной и энергетической обеспеченности процесса измерения. Одновременное удовлетворение перечисленным требованиям ограничивается влиянием физико-механических свойств измеряемого материала, динамического и статического коэффициентов трения на результат измерения. Известные датчики-расходомеры, основанные на механическом принципе действия, предъявляемым требованиям удовлетворяют не в полной мере, в частности по точности измерения расхода. Исключением являются центробежные расходомеры с осевой загруз-

кой. Цель – оценка погрешности измерения расхода сыпучих материалов центробежных датчиков с осевой загрузкой в технологических процессах дозирования сыпучих материалов с использованием оптического датчика. Объектом исследования является центробежный датчик расхода и дозирования сыпучих материалов с осевой загрузкой. Датчики измерения угловой скорости или частоты вращения, такие как механические контактные тахометры, и бесконтактные стробоскопического и индуктивного принципа действия обладают рядом достоинств и недостатков, основным из которых является невозможность цифровой обработки измеренного сигнала. В связи с вышесказанным целесообразно для измерения расхода сыпучих продуктов использовать бесконтактный оптический способ, выходной сигнал которого является цифровым. Разработана программа для платы Arduino Nano для определения расхода и массы сыпучих сельскохозяйственных материалов, реализующая зависимость расхода от