



Исследование предприятий технического сервиса для обеспечения показателей надежности машин (на примере агропромышленного комплекса Республики Мордовия)

В. А. Комаров

ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарёва» (г. Саранск, Россия)

komarov.v.a2010@mail.ru

Введение. Большинство существующих планировочных решений, служащих технологической основой для разработки типовых проектов предприятий, обладают рядом недостатков. С одной стороны, они недостаточно учитывают влияние различных факторов на установление строительных норм расстояний; с другой, игнорируют взаимосвязь с управлением техническим состоянием объектов в процессе обслуживания и ремонта. Цель настоящей работы – разработать систему моделей для обеспечения показателей безотказности и долговечности машин в процессе эксплуатации и обслуживания на современных предприятиях технического сервиса с учетом минимизации затрат на строительство и повышения показателей надежности техники.

Материалы и методы. Мониторинг фактического состояния ситуационных планов ремонтно-обслуживающих баз предприятий и их соответствия современным требованиям осуществлялся с помощью публичной кадастровой карты Республики Мордовия 2018 г. Зависимости среднего ресурса и наработки на отказ от коэффициентов перепланировки различных видов контрольно-диагностических и ремонтных работ вычислялись на примере трансмиссии автомобилей сельскохозяйственного назначения ГАЗ-САЗ-3507, ГАЗ-САЗ-2506 и ГАЗ-САЗ-2504. В процессе исследования были разработаны многофакторная математическая модель и программное обеспечение, реализованное на ПЭВМ.

Результаты исследования. Для минимизации затрат на строительство предприятий была разработана классификация строительных норм расстояний. 1. В интервале 700–3 000 м: а) между единицами оборудования; б) между технологическим оборудованием и различными типами строительных элементов. 2. В интервале 1 200–1 600 м при одностороннем движении внутрицеховых транспортных средств и 2 200–7 000 м – при двустороннем: а) нормы ширины проездов; б) нормы расстояний между двумя рядами оборудования. Анализ зависимостей показал, что уменьшение объема контрольно-диагностических работ (при изменении коэффициента перепланировки контрольно-диагностических работ $K_{ПК}$ с 0 до 1,8) приводит к уменьшению наработки на устранение последствий отказа в 2,1 раза, а среднего доремонтного ресурса – на 26 %. Уменьшение объема предупредительных ремонтных работ (при изменении коэффициента перепланировки ремонтных работ $K_{ПРК}$ с 0 до 4,2) приводит к уменьшению наработки на устранение последствий отказа в 1,6 раза, а среднего доремонтного ресурса – на 9 %. Установлены оптимальные величины $K_{ПК}^{opt} = 0,55$; $K_{ПРК}^{opt} = 1,05$. Определены два основных направления создания современных проектов предприятий технического сервиса: 1) увеличение масштабов и количества производственных зон и участков по проведению наружной мойки машин, технического обслуживания и диагностирования сложной техники; 2) создание и размещение зон хранения сельскохозяйственной техники и материально-технического обеспечения в одном производственном корпусе, осуществляющем различные виды технического сервиса.



Обсуждение и заключения. Исследования процесса перепланировки контрольно-диагностических и ремонтных воздействий, проведенные с помощью математической модели, позволили подтвердить эффективность их совместного применения на современных предприятиях технического сервиса, особенно перед напряженными периодами использования автомобилей в составе машинно-тракторных комплексов. Результаты исследований рекомендуются для ознакомления специалистам в области технического сервиса машин.

Ключевые слова: ситуационный план, технический сервис, предприятие, строительные нормы расстояний, показатели надежности, безотказность, долговечность

Для цитирования: Комаров В. А. Исследование предприятий технического сервиса для обеспечения показателей надежности машин (на примере агропромышленного комплекса Республики Мордовия) // Вестник Мордовского университета. 2018. Т. 28, № 2. С. 222–238. DOI: <https://doi.org/10.15507/0236-2910.028.201802.222-238>

Research of Technical Service Enterprises for Promoting Equipment Reliability (Case Study of Agro-Industrial Complex of the Republic of Mordovia)

V. A. Komarov

National Research Mordovia State University (Saransk, Russia)

**komarov.v.a2010@mail.ru*

Introduction. Many planning solutions for the development of enterprise projects are partly defective. On the one hand, the solutions do not take into account the influence of many factors on building regulations; on the other, they ignore the relationship with the monitoring the technical state of objects in the process of maintenance and repair. The purpose of this study is to develop a system of models for promoting equipment reliability in the process of operation and maintenance at technical service enterprises to minimize construction costs and improve the reliability of equipment.

Materials and Methods. Monitoring the situational plans of repair and maintenance bases of enterprises and their compliance with modern requirements was carried out using the public cadastral map of the Republic of Mordovia of 2018. Dependencies of the average resource and the operating time on the rejection of the re-planning factors for various types of control and diagnostic and repair work were calculated using the example of the transmission of GAZ-SAZ-3507, GAZ-SAZ-2506 and GAZ-SAZ-2504 agricultural trucks. In the process of research, a multifactor mathematical model and software developed on a PC have been developed.

Results. To reduce construction costs of enterprises, a classification of building regulations for distances was developed. 1. In the range of 700–3,000 m: a) between units of equipment; b) between process equipment and various types of building elements. 2. In the range of 1,200–1,600 m with unilateral traffic of internal vehicles and 2,200–7,000 in the case of bilateral: a) the norms of the width of the driveways; b) the norms of the distances between two rows of equipment. Analysis of the dependencies showed that a decrease in the volume of control and diagnostic work (with a change in the redesign of the monitoring and diagnostic work of the $K_{ПК}$ from 0 to 1.8) leads to a decrease in the time taken to eliminate the consequences of failure by 2.1 times, and the average pre-repair life – by 26 %. Reduction of the volume of preventive maintenance work (if the redevelopment factor of the repair work of the $K_{ПРК}$ is changed from 0 to 4.2) leads to a decrease in the time taken to eliminate the consequences of a failure by a factor of 1.6, and the average dormant resource by 9 %. Optimal values of the $K_{ПК}^{opt} = 0.55$ are established; $K_{ПРК}^{opt} = 1.05$. Two main directions for development of projects of technical service enterprises were identified: 1) an increase in the scale and number of production zones and sites for outdoor truck wash, maintenance and diagnostics of complex equipment; 2) the development and placement of storage areas for agricultural machinery and logistics in a single production building that carries out various types of technical services.

Conclusions. Researches of the process of re-planning of control and diagnostic and repair influences carried out with the help of a mathematical model confirms the effectiveness of their joint application at technical service enterprises, especially before the periods of using cars in the machine and tractor complexes. The results of the research are recommended for specialists in the field of equipment technical service.

Keywords: situational plan, technical service, enterprise, building regulations of distances, reliability indicators, reliability, durability

For citation: Komarov V. A. Research of Technical Service Enterprises for Promoting Equipment Reliability (Case Study of Agro-Industrial Complex of the Republic of Mordovia). *Vestnik Mordovskogo universiteta* = Mordovia University Bulletin. 2018; 28(2):222–238. DOI: <https://doi.org/10.15507/0236-2910.028.201802.222-238>

Введение

Задачу проектирования современных предприятий технического сервиса агропромышленного комплекса (АПК) невозможно решить без изучения состояния существующей ремонтно-обслуживающей базы (РОБ) сельхозпроизводителей и сервисных предприятий^{1–3} [1]. Поэтому в работе приводится анализ состояния ситуационных планов РОБ сельхозпроизводителей различных районов Республики Мордовия⁴.

С помощью ситуационного плана можно предварительно оценить состав генерального плана РОБ в рассматриваемый промежуток времени [2–4]. Их мониторинг позволит получить сведения о рациональности размещения корпусов предприятий, применяемых производственных процессах, коммуникациях между различными

подразделениями, месторасположении машинно-тракторного парка (МТА), особенностях решений, касающихся архитектурных и строительных элементов и параметрам площадки для строительства и реконструкции⁵ [5–6]. До настоящего времени мониторинг ситуационных планов предприятий технического сервиса в АПК РМ не проводился. В работе он проведен с помощью гражданских спутников⁶.

Состав основных и вспомогательных подразделений, сооружений, устройств и элементов благоустройства территории для РОБ сельхозпроизводителей и сервисных предприятий подробно описан в работах^{7–8}. Современный генеральный план должен основываться на перспективной оптимальной годовой производственной программе РОБ [7–9]. При этом необходимо предусмотреть

¹ Черноиванов В. И., Северный А. Э., Пильщиков Л. М. Система технического обслуживания и ремонта машин в сельском хозяйстве : монография. М. : ГОСНИТИ, 2001. 168 с. URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=22463793>

² Юдина Е. М., Шепелев А. Б. Технический сервис машин и основы проектирования предприятий : учеб. для вузов. Краснодар : Изд-во Краснодар. ГАУ, 2007. 968 с. URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=19511212>

³ Инновационные направления развития ремонтно-эксплуатационной базы для сельскохозяйственной техники : монография / С. А. Соловьев [и др.]. М. : Росинформагротех, 2014. 160 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23881795>

⁴ Публичная кадастровая карта Мордовии 2018 года. URL: <https://mordoviya.kdmap.ru>

⁵ Модернизация системы технического сервиса аграрного промышленного комплекса : монография / Л. И. Кушнарев [и др.]. М. : МЭСХ, 2015. 440 с. URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=29142095>

⁶ Публичная кадастровая карта Мордовии 2018 года.

⁷ Юдина Е. М., Шепелев А. Б. Технический сервис машин и основы проектирования предприятий : учеб. для вузов.

⁸ Инновационные направления развития ремонтно-эксплуатационной базы для сельскохозяйственной техники : монография.



комплексную застройку площадки, учитывающую планировку производственных корпусов и устройств [10–11].

После проведения ремонтно-обслуживающих воздействий (РОВ) период безотказной работы сельскохозяйственной техники должен быть больше наработки в последующий промежуток ее использования в составе МТА [12–13]. При этом главной причиной невысокой наработки на отказ является применение регламентированной стратегии проведения контрольно-диагностических (КДР) и ремонтных работ (РР) [14–15].

В настоящее время способы использования сельскохозяйственной техники имеют прерывно-кратковременный характер [16]: производственные циклы сочетаются с перерывами в работе, компенсируемыми применением различных агротехнических технологий. Увеличение объемов РОВ перед напряженным периодом использования МТА должно проводиться дифференцированно с целью увеличения наработки на отказ конкретных узлов машин. При этом необходимо сохранять пропорции трудоемкости РОВ и объемов выполненных агротехнических операций [17]. Целью настоящего исследования является разработка системы моделей для обеспечения показателей безотказности и долговечности машин в процессе эксплуатации и обслуживания на современных предприятиях технического сервиса с учетом минимизации затрат на строительство

и повышения показателей надежности техники.

Обзор литературы

Исследования взаимозависимости площади пахотных земель, количества условных эталонных тракторов и годового объема РОВ позволил выявить основные характеристики центральных ремонтных мастерских (ЦРМ) для сельхозпроизводителей РФ (табл. 1)^{9–11}. Данные характеристики описывают РОБ как крупных агрохолдингов, так и мелких крестьянских фермерских хозяйств. Данные разработки следует использовать в качестве основы создания современных проектов предприятий технического сервиса сельхозпроизводителей [7–8; 10].

При этом главным дифференциальным признаком ЦРМ является производственная площадь участков и предприятия в целом [2–3]. Нормативные значения площадей производственных участков на одно РОВ, учитывающие трудоемкость работ по техническому обслуживанию (ТО) и ремонту, приведены в работах^{12–14}. Также установлены нормативные величины для определения площади участка с учетом значений коэффициента рабочих зон η_{pz} для различных видов работ¹⁵ [3–4]. Он учитывает расстояния между единицами технологического оборудования, между технологическим оборудованием и строительными элементами, размеры проходов и проездов, а также зоны обслуживания и ремонта узлов и агрегатов машин. Од-

⁹ Юдина Е. М., Шепелев А. Б. Технический сервис машин и основы проектирования предприятий : учеб. для вузов. Краснодар : Изд-во Краснодар. ГАУ, 2007. 968 с. URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=19511212>

¹⁰ Инновационные направления развития ремонтно-эксплуатационной базы для сельскохозяйственной техники : монография / С. А. Соловьев [и др.]. М. : Росинформагротех, 2014. 160 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23881795>

¹¹ Модернизация системы технического сервиса аграрного промышленного комплекса : монография / Л. И. Кушнарев [и др.]. М. : МЭСХ, 2015. 440 с. URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=29142095>

¹² Юдина Е. М., Шепелев А. Б. Технический сервис машин и основы проектирования предприятий : учеб. для вузов.

¹³ Инновационные направления развития ремонтно-эксплуатационной базы для сельскохозяйственной техники : монография.

¹⁴ Модернизация системы технического сервиса аграрного промышленного комплекса : монография

¹⁵ Там же.

Таблица 1

Table 1

**Общие характеристики центральных ремонтных мастерских
сельскохозяйственных предприятий**

Type of central repair shops of agricultural enterprises

Количество условных тракторов в хозяйстве / Number of conventional tractors in the farm	Годовой объем работ, чел.-ч / Annual amount of work, man- hours	Мощность мастерской, условных ремонтов / Capacity of the workshop, conditional repairs		Производ- ственная площадь, м ² / Production area, m ²	Количество производствен- ных рабочих (списочное), чел. / Number of production workers (list), people	Этажность производст- венного корпуса / Number of Storeys of the production building
		Расчетная / Calculated	Рекомен- дуемая / Recommended			
До 25 / Before 25	16 275	54	50	580	11	1
50	25 005	83	100	920	15	2
75	47 086	157	150	1 200	27	2
100	62 474	208	200	1 360	33	2
125	72 028	240	250	1 470	40	2
150	84 014	280	300	1 600	50	2
175	98 830	330	350	1 770	60	2
200 и более / 200 and more	111 886	370	400	1 900	66	2

нако до настоящего времени не было проведено ранжирование весомости факторов, определяющих площади участков.

Таким образом, основным способом сокращения затрат при строительстве предприятия технического сервиса сельхозпроизводителей должно быть обоснованное определение площадей участков с учетом оптимального назначения строительных норм расстояний, которые в настоящее время составляют 50–85 % общей площади^{16–18}.

Материалы и методы

Анализ фактического состояния схем ситуационных планов РОБ сельскохозяйственных предприятий РМ

и их соответствия современным строительным нормам был проведен с помощью публичной кадастровой карты РМ 2018 г.¹⁹. В исследование были включены ~ 100 действующих РОБ сельхозпроизводителей в 19 муниципальных районах РМ. При этом было выявлено большое количество нарушений строительных норм и правил размещения производственных корпусов. Дополнительный анализ, проведенный внутри помещений и на участках, также выявил подобные нарушения [18–19].

В связи с этим была разработана классификация групп факторов, в зависимости от которых целесообразно установ-

¹⁶ Юдина Е. М., Шепелев А. Б. Технический сервис машин и основы проектирования предприятий : учеб. для вузов. Краснодар : Изд-во Краснодар. ГАУ, 2007. 968 с. URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=19511212>

¹⁷ Инновационные направления развития ремонтно-эксплуатационной базы для сельскохозяйственной техники : монография / С. А. Соловьев [и др.]. М. : Росинформагротех, 2014. 160 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23881795>

¹⁸ Модернизация системы технического сервиса аграрного промышленного комплекса : монография / Л. И. Кушнарев [и др.]. М. : МЭСХ, 2015. 440 с. URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=29142095>

¹⁹ Публичная кадастровая карта Мордовии 2018 года. URL: <https://mordoviya.kdmmap.ru>



ливать строительные нормы расстояний и проводить окончательный расчет производственных площадей участков и корпусов РОБ сельхозпроизводителей. При этом факторы, влияющие на определение строительных норм расстояний, являются взаимозависимыми. С целью получения оптимальных площадей участков и корпусов была создана многофакторная математическая модель, предусматривающая различные пути модернизации предприятия. Ее решение осуществлялось с помощью моделирующего алгоритма с последующими просчетами совокупности вариантов на ПЭВМ [20–21]. В модель были заложены основные пути модернизации предприятий технического сервиса: размещение в производственных корпусах подразделений, осуществляющих диагностирование и ТО сложных агрегатов и машин; проектирование зон, связанных с непродолжительным хранением техники; разработка подразделений материально-технического обеспечения производства [22–23].

Рассмотрим предпосылки построения системы моделей для обеспечения показателей безотказности и долговечности техники при эксплуатации и обслуживании на современных предприятиях технического сервиса сельхозпроизводителей [24–26]. Совместное проведение предупредительных КДР и РР улучшает показатели безотказности и долговечности узлов машин. В частности, минимальным удельным издержкам на эксплуатацию и обслуживание техники соответствует целесообразный пороговый уровень безотказности по прогнозируемому сложным отказам. Поэтому исследования по совместной оптимизации величины допускаемого отклонения параметра технического состояния элемента машины и системы технического обслуживания и ремонта (ТОР) техники должны проводиться с использованием критерия минимума суммарных удельных затрат $C_{уд}$ при проведении КДР, текущего ремонта (ТР), капитального ремонта (КР) и устранении последствий

сложных отказов с учетом потерь от вынужденных простоев и ухудшения функционирования машин [20; 22]:

$$C_{уд}(K_{уп}) = \min[(C_0 + U_K(K_{уп}) + U_{PP}(K_{уп}) + C_{зпч}(K_{уп}) + U_{от}(K_{уп}) + C_{сп} \cdot P_{сп} + C_{бж})/T_{сл}], \quad (1)$$

где $K_{уп}$ – комплекс управляющих параметров системы $\{S, P, R, \Pi, D\}$, включающий S – стратегию РР элементов и узлов машин; P – содержание и структуру РОВ на узлы машин; R – правила определения вида РР узлов и критерия, определяющего предельное состояние (КПС) агрегата; Π – правила определения целесообразного объема попутных КДР и РР; D – технические условия на проведение КДР (допускаемые параметры деталей); C_0 , $C_{сп}$ – средние издержки, определяющие затраты на приобретение и списание исследуемой техники, руб.; $U_K(K_{уп})$ – издержки, связанные с проведением КДР, руб.; $U_{PP}(K_{уп})$ – издержки, связанные с проведением РР, руб.; $C_{зпч}(K_{уп})$ – стоимость замененных деталей узлов машин, руб.; $U_{от}(K_{уп})$ – потери, связанные с устранением последствий отказов узлов машин, руб.; $P_{сп}$ – вероятность списания техники; $C_{бж}$ – средние затраты, связанные с мероприятиями по безопасности жизнедеятельности и охране окружающей среды, руб.

Предотвращение отказов, относящихся к группе постепенных, в математической модели [Там же] проводится с помощью установления оптимальных величин допускаемых параметров технического состояния деталей и межконтрольных наработок узлов машин. Предотвращение внезапных отказов – определением оптимального времени работы до плановых профилактических мероприятий (совместно со сложным плановым ТО, ТР и КР, проводимыми с использованием стратегии ТОР «по состоянию»), при котором внезапно отказывающие

детали и сборочные единицы заменяются регламентированно.

Запишем математическую модель совмещенного обоснования способов предотвращения внезапных и постепенных отказов [Там же]:

$$\sum_{j=1}^m U_j = \min \left[\sum_{i_1=1}^{n_1} U_{TO}(D, t) + \sum_{i_2=1}^{n_2} U_{TP-1}(D, t) + \sum_{i_3=1}^{n_3} U_{TP-2}(D, t) + \dots + \sum_{i_N=1}^{n_N} U_{TP-N}(D, t) + \sum_{i_{N+1}=1}^{n_{N+1}} U_{KP}(D, t) + \sum_{z_1=1}^{k_1} U_{TO}(t) + \sum_{z_2=1}^{k_2} U_{TP-1}(t) + \sum_{z_3=1}^{k_3} U_{TP-2}(t) + \dots + \sum_{z_N=1}^{k_N} U_{TP-N}(t) + \sum_{z_{N+1}=1}^{k_{N+1}} U_{KP}(t) \right], \quad (2)$$

где $U_{TO}(D, t)$, $U_{TP-1}(D, t)$, $U_{TP-2}(D, t)$, ..., $U_{TP-N}(D, t)$, $U_{KP}(D, t)$ определяют соответственно затраты при сложном виде ТО, ТР и КР по i -м параметрам, связанным с устранением последствий постепенных отказов узлов машин; $U_{TO}(t)$, $U_{TP-1}(t)$, $U_{TP-2}(t)$, ..., $U_{TP-N}(t)$, $U_{KP}(t)$ – издержки, связанные с проведением сложного вида ТО, ТР и КР при устранении последствий z -го внезапного отказа узлов машин; $n_1, n_2, \dots, n_N, n_{N+1}$ – количество устранений последствий постепенных отказов узлов машин по параметрам, диагностируемым при сложном виде ТО, ТР и КР; $k_1, k_2, \dots, k_N, k_{N+1}$ – количество устранений последствий внезапных отказов.

Приведенная методика определения комплекса управляющих параметров узлов и деталей позволяет разрабатывать модели обеспечения безотказности и долговечности узлов машин, которые имеют качественный выходной параметр. Для того чтобы повысить достоверность исследуемой математической модели реальной модели технической эксплуатации и об-

служивания, необходимо также учесть возможность совмещения и перепланировки КДР и РР в условиях современных предприятий технического сервиса сельскохозяйственных предприятий. В процессе КДР может быть принято решение о конкретном виде и объеме РР для детали или всего узла. Это связано с тем, что уровни разборочных операций для диагностирования параметров деталей часто не совпадают с уровнями разборочных работ для их замены или восстановления. Поэтому возникает необходимость разработки конкретных правил перепланировки КДР в том случае, когда при КДР меньшего объема установлена потребность замены детали, связанной с глубиной разборочных операций для КДР большего объема. Такие процедуры должны учитываться и для разновидностей РР.

В качестве критерия оптимальности перепланировки различных видов КДР в математической модели принимается нормированная часть $K_{ПК}$ отработки периодичности КДР (критерий, связанный с перепланировкой вида КДР), которая сравнивается с фактической отработанной нормированной частью $K_{ПК}^{\phi}$. При этом может возникнуть событие, связанное с проведением разборочных операций при замене детали, превышающее объем данного вида КДР. Эта ситуация рассматривается с учетом оптимизации нормированной части отработки периодичности КДР и ТР $K_{ПК}$ (критерий, связанный с перепланировкой вида ТР), при которой производится сравнение с фактической величиной отработанной нормированной части $K_{ПК}^{\phi}$ [12; 14].

Результаты исследования

Проанализированы 47 сервисных предприятий РМ, осуществляющих деятельность по категории «Услуги по монтажу, ремонту и техобслуживанию машин для сельского хозяйства»²⁰. Было

²⁰ Услуги по монтажу, ремонту и техобслуживанию машин для сельского хозяйства. URL: <http://saransk7m.ru/class/1162>



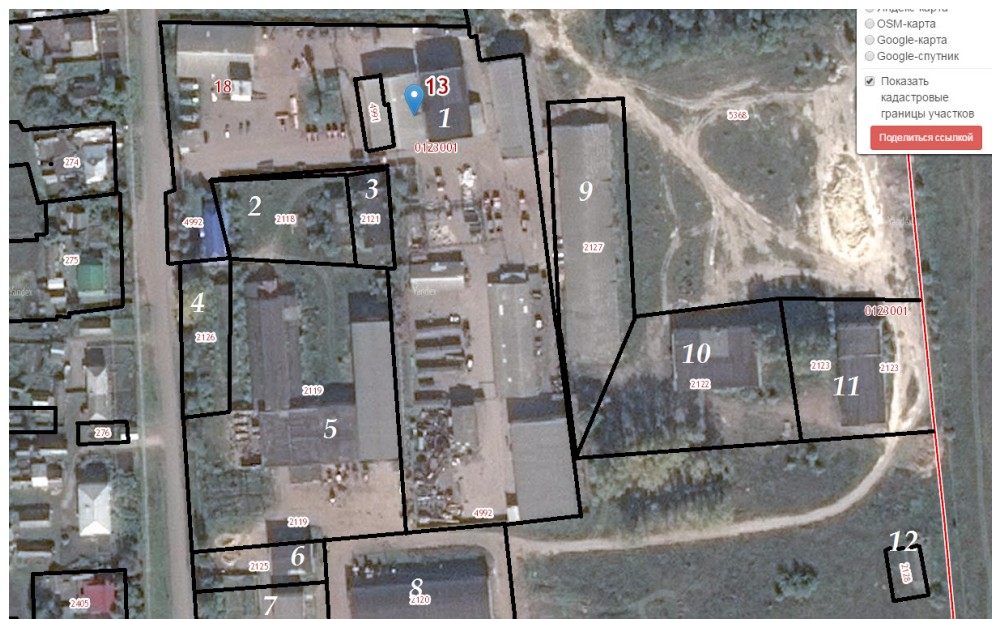
установлено, что у большинства из них основными видами деятельности являются предоставление услуг, связанных с производством сельскохозяйственных культур; предоставление услуг по монтажу, ремонту и ТО машин для сельского хозяйства, включая колесные тракторы, и лесного хозяйства; деятельность автомобильного грузового неспециализированного транспорта; оптовая торговля машинами и оборудованием для сельского и лесного хозяйства.

Кроме того, предприятия оказывают дополнительные услуги по разведению крупного рогатого скота; производству машин, используемых в растениеводстве; ТО и ремонту легковых автомобилей; оптовой торговле топливом, санитарно-техническим оборудованием и лесоматериалами; научным исследованиям и разработкам в области естественных

и технических наук; восстановлению резиновых шин и покрышек; ветеринарной деятельности; техническим испытаниям, исследованиям и сертификации и др.

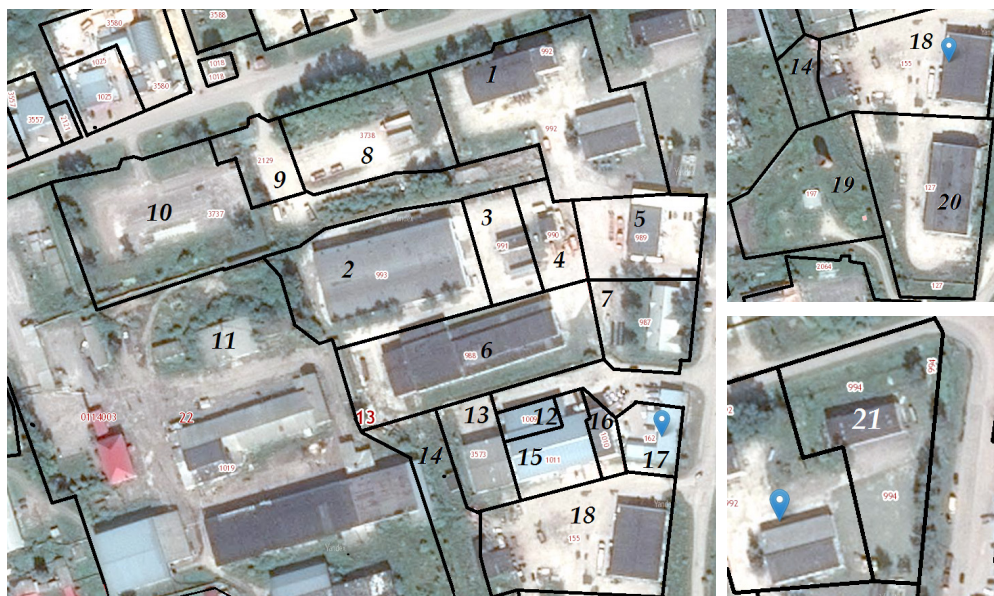
Таким образом, в настоящее время в АПК РМ не существует РОБ, предоставляющих только технический сервис, а следовательно, проанализированные РОБ, действующие в АПК, можно отнести к подразделениям сельхозпроизводителей.

На рис. 1–2 представлены ситуационные планы генеральных планов РОБ сельхозпроизводителей РМ, носящие наиболее информативный характер. Наиболее полный анализ ~ 100 предприятий приведен в курсе «Современные проблемы науки и производства в агроинженерии», читаемом в Институте механики и энергетики ФГБОУ ВО



Р и с. 1. Вид со спутника ситуационного плана РОБ «Старошайговагропромснаб»: 1, 7 – административное здание; 2, 10 – автомобильный гараж; 3 – котельный пункт; 4 – тепличный цех; 5 – мастерская по обслуживанию и ремонту комбайнов; 6 – линейно-монтажный участок; 8, 11 – станция ТО машин; 9 – стоянка техники (теплая)

Fig. 1. The satellite image of the situational plan of the Staroshaygovagropromsnab enterprise: 1, 7 – administrative building; 2, 10 – car garage; 3 – boiler station; 4 – hothouse shop; 5 – workshop for maintenance and repair of combines; 6 – line-mounting section; 8, 11 – station TO machines; 9 – parking (warm)



Р и с. 2. Вид со спутника ситуационного плана РОБ «Мордовский Бекон»: 1 – цех по ремонту агрегатов машин; 2 – станция ТО машин; 3 – аккумуляторный участок; 4 – цех по ремонту электрооборудования; 5 – цех наружной мойки; 6 – центральная ремонтная мастерская; 7 – административное здание; 8, 9, 11 – служебные помещения; 10, 17, 20 – складские объекты; 12, 15, 16 – участки для ремонта комбайнов; 13 – стоянка техники; 14 – трансформаторная подстанция; 18 – гараж для автомобилей; 19 – станция ВЗУ № 1; 21 – станция ТО оборудования животноводческих комплексов и котельный пункт

F i g. 2. The satellite image of the situational plan of the Mordovian Bacon enterprise:
1 – workshop for the repair of machinery units; 2 – station TO machines; 3 – battery section;
4 – electrical equipment repair shop; 5 – outdoor washing shop; 6 – central repair shop; 7 – administrative building; 8, 9, 11 – office rooms; 10, 17, 20 – warehouses; 12, 15, 16 – sites for the repair of combines; 13 – parking; 14 – substation transformer; 18 – garage for cars; 19 – VTS station no. 1; 21 – station for equipment of livestock complexes and boiler station

«МГУ им. Н. П. Огарёва» [15]. Мониторинг выявил отсутствие юридического оформления для некоторых РОБ. Кроме того, юридический адрес и фактическое местоположение большинства рассмотренных предприятий технического сервиса не совпадают.

Исследование состава и структуры РОБ показало, что 95 % предприятий технического сервиса сельхозпроизводителей не отвечают многим современным строительным требованиям. Выявлено отсутствие следующих подразделений и сооружений: производственных корпусов механизированной наружной мойки и очистки грузового транспорта, автотракторной и комбайновой техники; зон ТО и диагностирова-

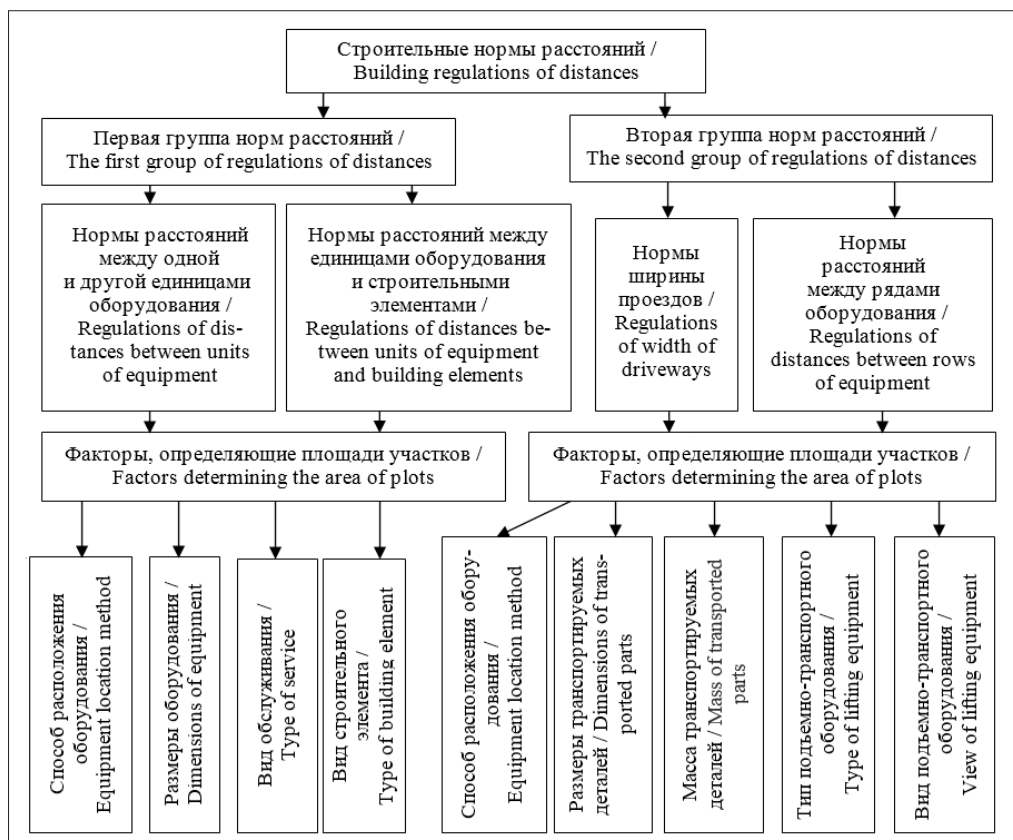
ния сложных машин (тракторов и комбайнов); цехов по ремонту комбайнов; профилакториев и гаражей для теплой стоянки; пунктов консервации техники; закрытых и открытых площадок с наличием твердого покрытия; площадок, связанных с регулировкой и хранением машин; пунктов по хранению и отпуску топливо-смазочных материалов; очистных сооружений; зон, связанных с межсменным отдыхом; зон озеленения; сооружений, ограничивающих площадку предприятия (контрольно-пропускной пункт, ограждение) и др. Кроме того, производственные подразделения РОБ представляют собой постройки 1950–70-х гг. и поэтому имеют большой процент амортизационного износа.



Таким образом, АПК РМ необходима масштабная реконструкция существующих предприятий технического сервиса сельхозпроизводителей. При этом одной из основных задач, которую предстоит решить, является обоснованное определение площадей производственных участков и корпусов. В данном вопросе большое значение имеет обоснованное установление строительных норм расстояний^{21–23}.

В результате проведенных исследований была разработана классификация строительных норм расстояний. Она состоит из двух групп норм расстояний, каждая из которых включает две подгруппы. Наиболее значимые факторы, которые необходимо учитывать при определении площадей участков и корпусов, представлены на рис. 3.

Первая группа факторов (находящаяся в интервале 700–3 000 мм): а) нормы



Р и с. 3. Строительные нормы расстояний

F i g. 3. Construction regulators of distances

²¹ Юдина Е. М., Шепелев А. Б. Технический сервис машин и основы проектирования предприятий : учеб. для вузов. Краснодар : Изд-во Краснодар. ГАУ, 2007. 968 с. URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=19511212>

²² Инновационные направления развития ремонтно-эксплуатационной базы для сельскохозяйственной техники : монография / С. А. Соловьев [и др.]. М. : Росинформагротех, 2014. 160 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23881795>

²³ Модернизация системы технического сервиса аграрного промышленного комплекса : монография / Л. И. Кушнарев [и др.]. М. : МЭСХ, 2015. 440 с. URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=29142095>

расстояний между одной и другой единицей оборудования; б) нормы расстояний между технологическим оборудованием и различными типами строительных элементов. Строительные нормы расстояний в данной группе определяются следующими факторами: способом расположения единицы оборудования; размерами единицы оборудования; видом обслуживания; типом строительной конструкции.

Вторая группа факторов (находятся в интервале 1 200–6 000 мм при одностороннем движении внутрицеховых транспортных средств и в интервале 2 200–7 000 мм – при двустороннем): а) нормы ширины проездов; б) нормы расстояний между двумя рядами оборудования. Строительные нормы расстояний в данной группе определяются следующими факторами: способом расположения технологического оборудования; размерами транспортируемых агрегатов, узлов и деталей; массой транспортируемых агрегатов, узлов и деталей; типом подъемно-транспортного оборудования (верхний или напольный); видом подъемно-транспортного оборудования (таль, электрический погрузчик, мостовой кран и т. д.).

В результате исследования типовых проектов РОБ сельхозпроизводителей были установлены два направления создания проектов современных предприятий технического сервиса^{24–26}: 1) расширение производственных зон и участков, осуществляющих проведение наружной мойки, ТО и диагностирования сложной сельскохозяйственной техники; 2) размещение крытых стоянок машин (как для длительного хранения, так и кратковременного хранения) и под-

разделений материально-технического обеспечения в одном производственном корпусе по ТО и ремонту автотракторной, комбайновой и другой сельскохозяйственной техники.

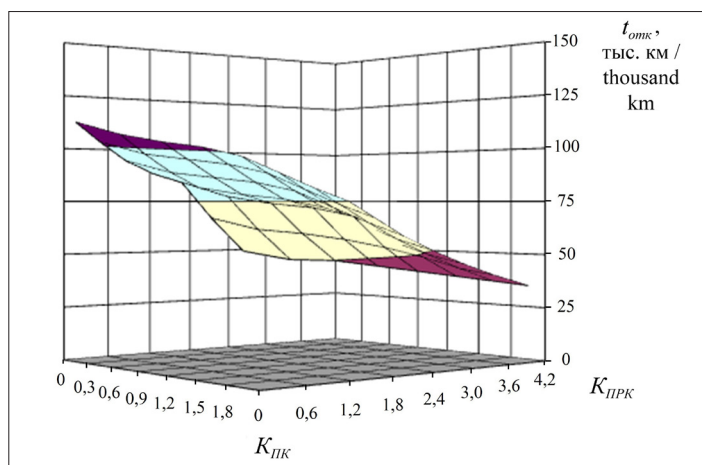
Рассмотрим вопрос совмещения и перепланировки КДР и РР [12; 14] с целью повышения показателей надежности в условиях современных предприятий технического сервиса сельхозпроизводителей на примере трансмиссии автомобилей сельскохозяйственного назначения ГАЗ-САЗ-3507, ГАЗ-САЗ-2506 и ГАЗ-САЗ-2504. Целесообразность применения правил перепланировки КДР и РР возникает, во-первых, исходя из случайного характера наработки на устранение последствий отказа; во-вторых, если фактическая доля отработанного межконтрольного периода узла от предыдущей КДР аналогичного вида составляет значительную величину. Следовательно, заключение о назначении конкретного вида КДР в обоих случаях (профилактическая замена или устранение последствий отказа) принимается в результате определения фактического значения коэффициента перепланировки контрольных работ $K_{ПК}^{\Phi}$. Для установления нормированного значения коэффициента перепланировки контрольных работ $K_{ПК}$ с помощью математической модели проведено исследование зависимостей наработки на устранение последствий отказа $t_{отк}$ и среднего доремонтного ресурса $t_{ср}$ трансмиссии автомобилей при постоянных значениях других параметров оптимизации модели (рис. 4–5).

В период проведения РР увеличивается доступность параметров, которые диагностируются при КДР большего

²⁴ Юдина Е. М., Шепелев А. Б. Технический сервис машин и основы проектирования предприятий : учеб. для вузов. Краснодар : Изд-во Краснодар. ГАУ, 2007. 968 с. URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=19511212>

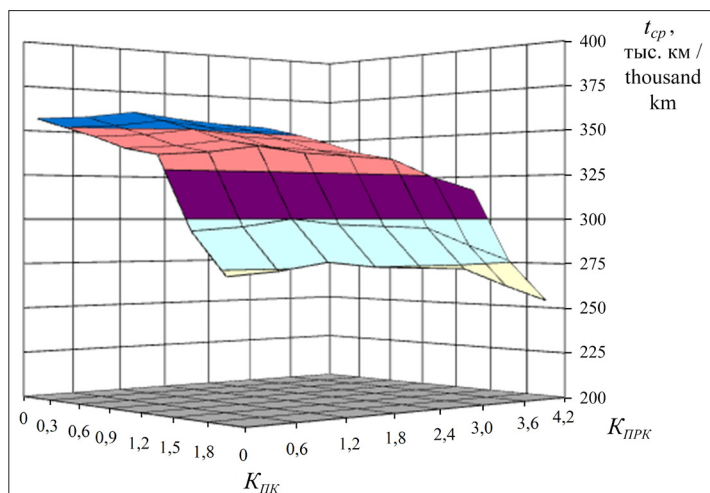
²⁵ Инновационные направления развития ремонтно-эксплуатационной базы для сельскохозяйственной техники : монография / С. А. Соловьев [и др.]. М. : Росинформагротех, 2014. 160 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23881795>

²⁶ Модернизация системы технического сервиса аграрного промышленного комплекса : монография / Л. И. Кушнарев [и др.]. М. : МЭСХ, 2015. 440 с. URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=29142095>



Р и с. 4. Поверхность отклика наработки на устранение последствий отказа $t_{отк}$ по нормируемым коэффициентам перепланировки различных видов контрольно-диагностических работ $K_{ПК}$ и ремонтных работ $K_{ПРК}$

F i g. 4. Surface response time to eliminate the consequences of the failure $t_{отк}$ on the standardized re-planning factors of various types of control and diagnostic works $K_{ПК}$ and repair work $K_{ПРК}$



Р и с. 5. Поверхность отклика среднего доремонтного ресурса $t_{ср}$ по нормируемым коэффициентам перепланировки различных видов контрольно-диагностических работ $K_{ПК}$ и ремонтных работ $K_{ПРК}$

F i g. 5. Surface response time of the mean pre-repair life $t_{ср}$ for the standardized re-planning factors of various types of control and diagnostic works $K_{ПК}$ and repair work $K_{ПРК}$

объема, чем проведенная КДР (с меньшей глубиной разборочных операций). Другими словами, при большой наработке от предыдущей КДР того же вида, целесообразно проведение дополнительных разборочных операций, и КДР с большим объемом (например,

в период, предшествующий использованию автомобиля сельскохозяйственного назначения в составе МТА).

Заключение о совмещении КДР и РР может быть принято на основании сравнения фактического значения коэффициента перепланировки различ-

ных видов РР – $K_{\text{ПРК}}^{\Phi}$ и оптимизируемого в модели нормированного значения $K_{\text{ПРК}}$. Для установления нормированного значения коэффициента перепланировки РР $K_{\text{ПРК}}$ с помощью математической модели также проведено исследование зависимостей наработки на устранение последствий отказа $t_{\text{отк}}$ и среднего доремонтного ресурса $t_{\text{ср}}$ трансмиссии автомобилей при постоянных значениях других параметров оптимизации модели (рис. 4–5).

Анализ данных зависимостей показал, что максимальным значениям наработки на устранение последствий отказа $t_{\text{отк}}$ и среднего доремонтного ресурса $t_{\text{ср}}$ соответствуют минимальные значения коэффициентов перепланировки различных видов КДР – $K_{\text{ПК}}$ и РР – $K_{\text{ПРК}}$. Увеличение $K_{\text{ПК}}$ от 0 до 1,8 приводит к уменьшению наработки на устранение последствий отказа $t_{\text{отк}}$ в 2,1 раза, а среднего доремонтного ресурса $t_{\text{ср}}$ – на 26 %. Увеличение $K_{\text{ПРК}}$ от 0 до 4,2 приводит к уменьшению наработки на устранение последствий отказа $t_{\text{отк}}$ в 1,6 раза, а среднего доремонтного ресурса – на 9 %.

С помощью критерия оптимизации, принятого в математической модели (суммарные удельные издержки на проведение КДР, РР и устранение последствий отказов – $C_{\text{уд}}$), были установлены оптимальные величины $K_{\text{ПК}}^{\text{опт}} = 0,55$ и $K_{\text{ПРК}}^{\text{опт}} = 1,05$. Поэтому на современных предприятиях технического сервиса сельхозпроизводителей целесообразно совмещать КДР и РР с учетом правил перепланировки, поскольку они позволяют увеличить наработку на устранение последствий отказа и средний доремонтный ресурс трансмиссии автомобилей сельскохозяйственного назначения (в част-

ности, ГАЗ-САЗ-3507, ГАЗ-САЗ-2506 и ГАЗ-САЗ-2504).

Обсуждение и заключения

Результаты исследований структуры РОБ сельхозпроизводителей показали, что на 95 % предприятий технического сервиса она не отвечает современным требованиям. Имеющиеся производственные корпуса предприятий технического сервиса являются постройками 1950–70-х гг., а следовательно, имеют большой процент амортизационного износа.

Установлены группы факторов, в зависимости от которых необходимо назначать строительные нормы расстояний и окончательно определять площади производственных участков и корпусов предприятий технического сервиса сельхозпроизводителей.

Определены два основных направления создания современных проектов предприятий технического сервиса сельхозпроизводителей: 1) увеличение масштабов и количества производственных зон и участков по проведению наружной мойки машин, ТО и диагностирования сложной техники; 2) создание и размещение зон хранения сельскохозяйственной техники и материально-технического обеспечения в одном производственном корпусе, осуществляющем различные виды технического сервиса.

Проведенные исследования правил совмещения КДР и РР показали целесообразность их использования на рабочих местах и участках современных предприятий технического сервиса сельхозпроизводителей, поскольку они позволяют значительно увеличить показатели безотказности и долговечности агрегатов машин сельскохозяйственного назначения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Королькова А. П., Голубев И. Г., Корольков Н. В. Организация сервисного обслуживания сельскохозяйственной техники зарубежными компаниями // Труды ГОСНИТИ. 2015. Т. 119. С. 129–132. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23766490>



2. Голубев И. Г., Королькова А. П. Сокращение парка сельскохозяйственной техники и проблемы их сервиса // Труды ГОСНИТИ. 2015. Т. 121. С. 76–79. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25411004>
3. Черноиванов В. И. Инженерные службы АПК России: обеспечение выполнения госпрограммы развития сельского хозяйства на 2013–2020 годы // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2013. № 1. С. 2–7. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18894802>
4. Голубев И. Г., Фадеев А. Ю., Макуев В. А. Оценка качества технического сервиса тракторов // Техника и оборудование для села. 2010. № 7. С. 40–41. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15274630>
5. Голубев И. Г., Табаков П. А. Опыт восстановления деталей для сельскохозяйственной техники // Техника и оборудование для села. 2013. № 2. С. 39–40. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18820376>
6. Лялякин В. П., Голубев И. Г. Перспективы восстановления деталей сельскохозяйственной техники // Техника и оборудование для села. 2016. № 4. С. 41–43. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26164986>
7. Shelkovnikov S. A., Petukhova M. S., Nikolaenko N. N. Assessment of the state's impact in the results of the agricultural production // British Journal for Social and Economic Research. 2016. Vol. 1, no. 1. P. 5–12. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27421449>
8. Barsukova G. N. Appraisal of the results of the modern land reform of the Russian Federation based on tendency to deformation of the agricultural area // British Journal for Social and Economic Research. 2016. Vol. 1, no. 1. P. 13–22. URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=27421450>
9. Kosyakova L. N., Popova A. L. Innovative policy in the agricultural sphere // British Journal for Social and Economic Research. 2016. Vol. 1, no. 2. P. 29–38. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27446442>
10. Barsukova G. N., Mironenko L. A., Yurchenko K. A. Modeling of the planting acreage structure with regard to a maintenance of the soil fertility // British Journal for Social and Economic Research. 2016. Vol. 1, no. 2. P. 39–47. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27446443>
11. Moiseyev A. V., Moiseyev V. V. Actions for increase in overall performance of the agrarian seed-growing enterprise // British Journal for Social and Economic Research. 2016. Vol. 1, no. 3. P. 25–32. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29038255>
12. Комаров В. А. Обоснование правил назначения объемов попутных контроля и ремонта для агрегатов трансмиссии автомобилей // Вестник Мордовского университета. 2004. Т. 14, № 1-2. С. 140–147. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/obosnovanie-pravil-naznacheniya-obemov-poputnyh-kontrolya-i-remonta-dlya-agregatov-transmissii-avtomobiley>
13. Комаров В. А. Влияние региональных условий эксплуатации на формирование структуры и содержания системы технического обслуживания и ремонта машин // Вестник Мордовского университета. 2004. Т. 14, № 3-4. С. 166–171. URL: <http://vestnik.mrsu.ru/content/pdf/04-34.pdf>
14. Комаров В. А. Назначение технических критериев предельного состояния агрегатов машин // Вестник Мордовского университета. 2005. Т. 15, № 3-4. С. 159–165. URL: <http://vestnik.mrsu.ru/content/pdf/05-34.pdf>
15. Комаров В. А., Наумкин Н. И., Нуязин Е. А. Междисциплинарные проекты в агроинженерном образовании // Техника и оборудование для села. 2015. № 10. С. 41–43. URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=24503422>
16. Григорьев А. В., Комаров В. А. Обеспечение показателей долговечности ремонтно-технологического оборудования // Тракторы и сельхозмашины. 2011. № 10. С. 43–45. URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=17285020>
17. Комаров В. А., Лезин П. П., Григорьев А. В. Прогнозирование долговечности узлов ремонтно-технологического оборудования предприятий АПК // Тракторы и сельхозмашины. 2012. № 9. С. 46–48. URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=18083299>
18. Комаров В. А., Григорьев А. В. Анализ свойств упрочненных поверхностей деталей узлов ремонтно-технологического оборудования // Тракторы и сельхозмашины. 2012. № 10. С. 44–46. URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=18224831>

19. Комаров В. А., Григорьев А. В., Мартышкин А. П. Целевые функции оптимизации параметров точности технологического оборудования // Тракторы и сельхозмашины. 2013. № 7. С. 44–47. URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=19143271>
20. Григорьев А. В., Комаров В. А. Прогнозирование параметрической надежности узлов технологического оборудования по выходным параметрам точности // Тракторы и сельхозмашины. 2013. № 8. С. 51–53. URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=20196621>
21. Комаров В. А., Григорьев А. В. Моделирование контролируемых параметров точности узлов технологического оборудования в зависимости от износа базовых деталей // Тракторы и сельхозмашины. 2013. № 12. С. 16–19. URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=20808577>
22. Комаров В. А., Мачнев В. А., Григорьев А. В. Формирование надежности ремонтно-технологического оборудования на сервисных предприятиях // Техника и оборудование для села. 2015. № 5. С. 33–36. URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=23502526>
23. Обеспечение долговечности покрытий шеек коленчатых валов автотракторной техники / А. И. Фомин [и др.] // Техника и оборудование для села. 2016. Т. 225, № 2. С. 44–48. URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=25625907>
24. Обоснование применения ремонтно-восстановительных воздействий для деталей турбокомпрессоров / П. В. Сенин [и др.] // Нива Поволжья. 2017. Т. 42, № 1. С. 91–98. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obosnovanie-primeneniya-remontno-vosstanovitelnyh-vozdeystviy-dlya-detaley-turbokompressorov>
25. Фомин А. И., Комаров В. А., Нуянзин Е. А. Формирование работоспособного поверхностного слоя для обеспечения надежности коленчатых валов автотракторной техники // Техника и оборудование для села. 2017. № 5. С. 26–31. URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=29257086>
26. Ремонт турбокомпрессоров двигателей сельскохозяйственной техники / П. П. Лезин [и др.] // Техника и оборудование для села. 2017. № 8. С. 40–45. URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=30040706>

Поступила 28.02.2018; принята к публикации 02.04.2018; опубликована онлайн 29.06.2018

Об авторе:

Комаров Владимир Александрович, профессор кафедры технического сервиса машин, ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарёва» (430005, Россия, г. Саранск, ул. Большевикская, д. 68/1), доктор технических наук, профессор, ResearcherID: G-8673-2018, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1910-2923>, komarov.v.a2010@mail.ru

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

REFERENCES

1. Korolkova A. P., Golubev I. G., Korolkov N. V. Organization and efficiency of service of agricultural machinery of foreign. *Trudy GOSNITI* = Works of GOSNITI. 2015; 119:129–132. Available at: <http://elibrary.ru/item.asp?id=23766490> (In Russ.)
2. Golubev I. G., Korolkova A. P. The reduction of the fleet of agricultural machinery and problems of their service. *Trudy GOSNITI* = Works of GOSNITI. 2015; 121:76–79. Available at: <http://elibrary.ru/item.asp?id=25411004> (In Russ.)
3. Chernoi Ivanov V. I. [Engineering services of the AIC of Russia: Ensuring the implementation of the state program for the development of agriculture for 2013–2020]. *Selskokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii* = Agricultural Machines and Technologies. 2013; 1:2–7. Available at: <http://elibrary.ru/item.asp?id=18894802> (In Russ.)
4. Golubev I. G., Fadeev A. Yu., Makuev V. A. Tractors servicing quality assessment. *Tekhnika i oborudovaniye dlya sela* = Machinery and Equipment for Countryside. 2010; 7:40–41. Available at: <http://elibrary.ru/item.asp?id=15274630> (In Russ.)



5. Golubev I. G., Tabakov P. A. The experience in agricultural machinery parts reconditioning. *Tekhnika i oborudovaniye dlya sela* = Machinery and Equipment for Countryside. 2013; 2:39–40. Available at: <http://elibrary.ru/item.asp?id=18820376> (In Russ.)
6. Lyalyakin V. P., Golubev I. G. Prospects of recondition of agricultural machinery parts. *Tekhnika i oborudovaniye dlya sela* = Machinery and Equipment for Countryside. 2016; 4:41–43. Available at: <http://elibrary.ru/item.asp?id=26164986> (In Russ.)
7. Shelkovnikov S. A., Petukhova M. S., Nikolaenko N. N. Assessment of the state's impact in the results of the agricultural production. *British Journal for Social and Economic Research*. 2016; 1(1):5–12. Available at: <http://elibrary.ru/item.asp?id=27421449>
8. Barsukova G. N. Appraisal of the results of the modern land reform of the Russian Federation based on tendency to deformation of the agricultural area. *British Journal for Social and Economic Research*. 2016; 1(1):13–22. Available at: <http://elibrary.ru/item.asp?id=27421450>
9. Kosyakova L. N., Popova A. L. Innovative policy in the agricultural sphere. *British Journal for Social and Economic Research*. 2016; 1(2):29–38. Available at: <http://elibrary.ru/item.asp?id=27446442>
10. Barsukova G. N., Mironenko L. A., Yurchenko K. A. Modeling of the planting acreage structure with regard to a maintenance of the soil fertility. *British Journal for Social and Economic Research*. 2016; 1(2):39–47. Available at: <http://elibrary.ru/item.asp?id=27446443>
11. Moiseyev A. V., Moiseyev V. V. Actions for increase in overall performance of the agrarian seed-growing enterprise. *British Journal for Social and Economic Research*. 2016; 1(3):25–32. Available at: <http://elibrary.ru/item.asp?id=29038255>
12. Komarov V. A. [Justification of the rules for assigning the volumes of passing control and repair for vehicles transmissions]. *Vestnik Mordovskogo universiteta* = Mordovia University Bulletin. 2004; 14(1-2):140–147. Available at: <http://cyberleninka.ru/article/v/obosnovanie-pravil-naznacheniya-obemov-poputnyh-kontrolya-i-remonta-dlya-agregatov-transmissii-avtomobilye> (In Russ.)
13. Komarov V. A. [The impact of regional operating conditions on the formation of the structure and content of the system of maintenance and repair of machinery]. *Vestnik Mordovskogo universiteta* = Mordovia University Bulletin. 2004; 14(3-4):166–171. Available at: <http://vestnik.mrsu.ru/content/pdf/04-34.pdf> (In Russ.)
14. Komarov V. A. [Designation of technical criteria for the ultimate state of machine assemblies]. *Vestnik Mordovskogo universiteta* = Mordovia University Bulletin. 2005; 15(3-4):159–165. Available at: <http://vestnik.mrsu.ru/content/pdf/05-34.pdf> (In Russ.)
15. Komarov V. A., Naumkin N. I., Nuyanzin Ye. A. The interdisciplinary projects in agricultural engineering education. *Tekhnika i oborudovaniye dlya sela* = Machinery and Equipment for Countryside. 2015; 10:41–43. Available at: <http://elibrary.ru/item.asp?id=24503422> (In Russ.)
16. Grigoryev A. V., Komarov V. A. Ensuring the life characteristics of repairing and processing equipment. *Traktory i selkhoz mashiny* = Tractors and Agricultural Machinery. 2011; 10:43–45. Available at: <http://elibrary.ru/item.asp?id=17285020> (In Russ.)
17. Komarov V. A., Lezin P. P., Grigoryev A. V. Forecasting of service life of knots of repair and technological equipment in the enterprises of agrarian and industrial complex. *Traktory i selkhoz mashiny* = Tractors and Agricultural Machinery. 2012; 9:46–48. Available at: <http://elibrary.ru/item.asp?id=18083299> (In Russ.)
18. Komarov V. A., Grigoryev A. V. Analysing the properties of hardened surfaces of knots' parts of repair-technological equipment. *Traktory i selkhoz mashiny* = Tractors and Agricultural Machinery. 2012; 10:44–46. Available at: <http://elibrary.ru/item.asp?id=18224831> (In Russ.)
19. Komarov V. A., Grigoryev A. V., Martysheva A. P. Target functions of parameters optimization of technological equipment precision. *Traktory i selkhoz mashiny* = Tractors and Agricultural Machinery. 2013; 7:44–47. Available at: <http://elibrary.ru/item.asp?id=19143271> (In Russ.)
20. Grigoryev A. V., Komarov V. A. Forecasting of parametric reliability of technological equipment units by output accuracy parameters. *Traktory i selkhoz mashiny* = Tractors and Agricultural Machinery. 2013; 8:51–53. Available at: <http://elibrary.ru/item.asp?id=20196621> (In Russ.)

21. Komarov V. A., Grigoryev A. V. Modeling of controlled accuracy parameters of production machinery assemblies depending on the basic parts wear. *Traktory i selkhoz mashiny* = Tractors and Agricultural Machinery. 2013; 12:16–19. Available at: <http://elibrary.ru/item.asp?id=20808577> (In Russ.)
22. Komarov V. A., Machnev V. A., Grigoriev A. V. Formation of reliable repair and processing equipment at service enterprises. *Tekhnika i oborudovaniye dlya sela* = Machinery and Equipment for Countryside. 2015; 5:33–36. Available at: <http://elibrary.ru/item.asp?id=23502526> (In Russ.)
23. Fomin A. I., Senin P. V., Komarov V. A., Nuyanzin E. A. Durability of coatings of crankshaft necks for motor and tractor machinery. *Tekhnika i oborudovaniye dlya sela* = Machinery and Equipment for Countryside. 2016; 225(2):44–48. Available at: <http://elibrary.ru/item.asp?id=25625907> (In Russ.)
24. Senin P. V., Machnev V. A., Komarov V. A., Ovchinnikov A. Yu., Vlaskin V. V. Reasoning for using repair-recovery impacts for turbochargers parts. *Niva Povolzhya* = Cornfield of Volga Region. 2017; 42(1):91–98. Available at: <http://cyberleninka.ru/article/n/obosnovanie-primeneniya-remontno-vosstanovitelnyh-vozdeystviy-dlya-detaley-turbokompressorov> (In Russ.)
25. Fomin A. I., Komarov V. A., Nuyanzin E. A. Formation of operating surface layer for reliability of crankshafts of motor and tractor machinery. *Tekhnika i oborudovaniye dlya sela* = Machinery and Equipment for Countryside. 2017; 5:26–31. Available at: <http://elibrary.ru/item.asp?id=29257086> (In Russ.)
26. Lezin P. P., Komarov V. A., Vlaskin V. V., Ovchinnikov A. Yu. Repair of turbochargers of agricultural machinery engines. *Tekhnika i oborudovaniye dlya sela* = Machinery and Equipment for Countryside. 2017; 8:40–45. Available at: <http://elibrary.ru/item.asp?id=30040706> (In Russ.)

Received 28.02.2018; revised 02.04.2018; published online 29.06.2018

About author:

Vladimir A. Komarov, Professor, Chair of Technical Service of Machines, National Research Mordovia State University (68/1 Bolshevistskaya St., Saransk 640005, Russia), D.Sc. (Engineering), ResearcherID: G-8673-2018, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1910-2923>, komarov.v.a2010@mail.ru

The author has read and approved the final version of the paper.