

9. Bagaev A.A., Chernus' R.S. Uravnenie regressii momenta soprotivleniya tsentrobezhnogo raskhodomera sypuchikh sel'skokhozyaistvennykh materialov // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2010. – № 6 (68). – S. 83-87.

10. Lutkin N.I. Raskhodomery dlya zerna i sypuchikh materialov. – M.: Kolos, 1969. – 184 s.

11. Bagaev A.A., Chernus' R.S. Obosnovanie kriteriya vybora elektrodvigatelya tsentrobezhnogo raskhodomera sypuchikh sel'skokhozyaistvennykh produktov // Polzunovskii vestnik. – 2011. – № 2/1. – S. 188-193.

12. Pat. 2532595 Rossiiskaya Federatsiya, MPK G 01F 1/56 (2006.01) Sposob nepreryvnogo kontrolya raskhoda i dozirovaniya sypuchikh materialov / A.A. Bagaev,

R.S. Chernus', A.F. Kostyukov. Patentobladatel' FGBOU VPO AGAU. – Zayavka: 2013122014/28, 13.05.2013; opublikovano: 10.11.2014. Byul. № 31. – 7 s.: il.

13. Pat. 2532596 Rossiiskaya Federatsiya, MPK G 01F 1/56 (2006.01) Sposob nepreryvnogo kontrolya raskhoda i dozirovaniya sypuchikh materialov / A.A. Bagaev, R.S. Chernus', A.F. Kostyukov. Patentobladatel' FGBOU VPO AGAU. – Zayavka: 2013122013/28, 13.05.2013; opublikovano: 10.11.2014. Byul. № 31. – 7 s.: il.

14. Onishchenko G.B. Elektricheskii privod. – M.: Akademiya, 2006. – 288 s.

15. Asinkhronnye elektrodvigateli obshchego naznacheniya serii 4A [Elektronnyi resurs]. – Rezhim dostupa: http://portal.tpu.ru/SHARED/u/UDUT/Tab2/induction_motors_4A.pdf.



УДК 631.3.004.67

А.В. Шистеев, М.К. Бураев, С.Ю. Луговнин
A.V. Shisteyev, M.K. Burayev, S.Yu. Lugovnin

К РЕМОНТОПРИГОДНОСТИ ИМПОРТНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТРАКТОРОВ

REPAIRABILITY OF IMPORTED AGRICULTURAL TRACTORS

Ключевые слова: импортный трактор, ремонтпригодность, работоспособность, качество, трудоемкость, ремонт, сменно-обменные элементы, ремонтная технологичность.

В связи с резким сокращением предприятий тракторного и сельхозмашиностроения задача увеличения имеющегося парка машин в 5-6 раз и достижения тем самым уровня обеспеченности сельского хозяйства машинами и оборудованием в соответствии с нормативами без кардинальных изменений в производстве новой, доступной техники в обозримом будущем невыполнима. В настоящее время рынок агробизнеса наводнили машины иностранного производства, уже зарекомендовавшие себя с лучшей стороны, как с технической, так и технологической точек зрения. Вместе с этим возникла проблема восстановления работоспособности этой техники, а если учесть что большая часть ее парка пришла на российские поля в качестве «сэконд хэнда», то повторное использование элементов могло бы дать дополнительный эффект. Комплексный показатель, который непосредственно оценивает ремонтную технологичность тракторов иностранного производства и органически связан с характеристикой качества ремонта должен расти при увеличении числа повторно используемых деталей, при росте межремонтного ресурса и уменьшаться при росте затрат на ремонт [1, 2]. Показатели ремонтпригодности тракторов иностранного производства рассматриваются также с позиции импортозамещения и возможности применения совре-

менных технологий восстановления работоспособности. Рассмотрены условия и возможности оценки ремонтпригодности сельскохозяйственных тракторов иностранного производства с применением сменно-обменных элементов при техническом сервисе.

Keywords: imported tractor, operational capability, quality, labor intensity, repair, change parts, repairability.

The task of 5 or 6 time increase of the existing agricultural machinery fleet is unrealistic without major changes in the manufacture of new affordable machinery. At present the market is saturated with imported machinery that showed itself to the best advantage. Most foreign machinery comes to the Russian fields as second-hand, so restoration of operational capability and repeated use of the parts may give an additional effect. The integrated index which directly estimates the repairability of imported tractors and is associated with the repair quality should increase with increased number of repeatedly used parts and with longer overhaul period. This index should decrease with increased repair costs. The indices of foreign tractor repairability are also regarded in terms of import substitution and possible application of the advanced technologies of operational capability restoration. The conditions and the possibility of foreign agricultural tractor repairability evaluation and the use of change parts in maintenance are studied.

Шистеев Алексей Валерьевич, аспирант, каф. «Технический сервис и общинженерные дисциплины», Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского. E-mail: driver@yandex.ru.

Бураев Михаил Кондратьевич, д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Технический сервис и общинженерные дисциплины», Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, г. Иркутск. E-mail: Buraev@mail.ru.

Луговнин Степан Юрьевич, аспирант, каф. «Технический сервис и общинженерные дисциплины», Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского. E-mail: LugovninS@mail.ru.

Shisteyev Aleksey Valeryevich, post-graduate student, Chair of Technical Service and General Engineering Disciplines, Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Yezhevskiy. E-mail: driver@yandex.ru.

Burayev Mikhail Kondratyevich, Dr. Tech. Sci., Prof., Head, Chair of Technical Service and General Engineering Disciplines, Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Yezhevskiy. E-mail: Buraev@mail.ru.

Lugovnin Stepan Yuryevich, post-graduate student, Chair of Technical Service and General Engineering Disciplines, Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Yezhevskiy. E-mail: Lugovnin@mail.ru.

Несмотря на то, что инфраструктура сельского хозяйства на территории Восточной Сибири находится в плачевном состоянии, здесь присутствуют все серийные представители тракторов марки New Holland CNH Industrial. Владельцы этих машин уже столкнулись с проблемами сервисного сопровождения – отсутствуют специализированные ремонтные мастерские, нет системы снабжения сменными элементами и их обмена, а также отсутствует так называемый TRADE IN (старый трактор в зачет нового) [4-6]. Одно из важнейших свойств надежности тракторов является ремонтпригодность [2, 7]. Это свойство должно отвечать требованиям технологичности технического обслуживания и ремонтной технологичности. Под ремонтной технологичностью понимается такое конструктивное и технологическое свойство трактора, при котором учтена необходимость обеспечения минимальных затрат труда и средств на ремонт при обеспечении назначенного заводом-изготовителем ресурса за срок его службы. Ресурсы ряда деталей далеки от их предельных значений. Это означает, что часть деталей по своим ресурсным показателям пригодна для повторного (безремонтного или послеремонтного) использования на тракторе [3]. При этом должны учитываться обязательные требования нормативно-технической документации ремонтпригодности тракторов. Ремонтпригодность трактора оказывает существенное влияние наряду с другими свойствами на конкурентоспособность изделия, так как высокий уровень ремонтпригодности является одним из показателей его качества. Поэтому исследование и оценка ремонтпригодности тракторов иностранного производства с разработкой практических рекомендаций для их владельцев являются актуальной и своевременной задачей.

Цель работы – изучить обеспечение безотказности, доступности и легкосъемности при замене элементов импортных тракторов в процессе ремонта и устранения отказов.

Материал и методики

Общей тенденцией технического сервиса тракторов является сокращение объемов ремонтных работ, затрат дополнительного труда, материалов и денежных средств на обеспечение работоспособности трактора в течение срока его службы. Для контроля доступности к составным частям машины и легкосъемности элементов были использованы известные методики наблюдений [1, 7], оценки трудоемкости обслуживания и времени простоев тракторов [2, 7] при устранении отказов. В ходе эксперимента было произведено 103 замены отказавших элементов машин новыми, а 19 агрегатов после ремонта были повторно установлены на трактор. Ремонтники имели квалификацию слесаря 3-4-го разрядов и опыт работы в данной сфере более 3 лет, что по данным [11] соответствует уровню квалификации персонала на демонтажно-монтажных работах. Применяемый инструмент и оснастка соответствовали требованиям текущего ремонта и были представлены из типового арсенала дилерской группы сервиса ООО «АгроМастер-Красноярск». Данные наблюдений оформлялись в виде числовых матриц, на основании которых определялась значимость влияния конструктивных характеристик тракторов на показатели доступности и взаимозаменяемости по (безразмерной) величине t -критерия

$$[7]: t_b = \frac{|b_i|}{S(b_i)} > t_{(\alpha;f)}, \text{ где } b_i - \text{опытное значение коэффициента матрицы } i\text{-го показателя; } S(b_i) - \text{среднее квадратическое отклонение. Средние значения продолжительности, трудоемкости и стоимости ремонта (замены агрегата) определялись по формулам [1, 9]:}$$

значение коэффициента матрицы i -го показателя; $S(b_i)$ – среднее квадратическое отклонение. Средние значения продолжительности, трудоемкости и стоимости ремонта (замены агрегата) определялись по формулам [1, 9]:

$$\bar{t}_{np} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m t_{npi}; \quad \bar{t}_{mp} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m t_{mpi};$$

$$\bar{C}_{кр} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m C_{кpi}, \quad (1)$$

где \bar{t}_{np} , \bar{t}_{mp} , $\bar{C}_{кр}$ – соответственно, средняя продолжительность (ч), средняя трудоемкость (чел.-ч) и средняя стоимость ремонта (руб.);

m – число подконтрольных тракторов i -й марки.

Коэффициент технической готовности, выраженный в показателях удельного времени простоя тракторов из-за отказов, отсутствия сменно-обменных элементов и др., был представлен в виде [8, 11]:

$$\alpha_T = \frac{1}{1 + q_{cc} \frac{\bar{t}_{np}}{x_{np}}} = \frac{1}{1 + q_{cc} B_p}, \quad (2)$$

где \bar{t}_{np} – средняя продолжительность простоя в рабочее время машины (когда устраняется отказ или неисправность), характеризующая уровень применения сменно-обменных элементов при ТО и ремонте (или эксплуатационная технологичность);

x_{np} – средняя наработка на отказ, определяющая надежность машины, условия эксплуатации, а также качество проведения ТО и ремонта;

q_{cc} – среднесуточная наработка, характеризующая условия и интенсивность эксплуатации машины;

$B_p = \bar{t}_{np} / x_{np}$ – удельные простои машин с потерей рабочего времени за эксплуатационный цикл машины во всех видах ТО и ремонта, в том числе с использованием сменно-обменных элементов, ч/мото-ч.

Результаты исследований

Мониторинг работы иностранной сельскохозяйственной техники в хозяйствах Иркутской области (ООО «Луговое», ЗАО «Иркутские семена», ООО «Барки», СХ ЗАО «Наследие», ООО «Колхоз Труд»), Красноярского края и Республики Хакасия – ЗАО «Искра Ленина», ООО «Белый Яр», ЗАО «Племзавод Краснотуранский» и др.) показал, что в период с 2010 по 2014 гг. работоспособность зарубежных «брендов» нарушалась вследствие разных по характеру отказов и неисправностей [4, 6].

В результате анализа были выявлены систематические и внезапные отказы, возникающие в результате действия переменных нагрузок, а также по причине действий человека. Часто рвутся рукава высокого давления, обламывается «ухо» крышки подшипника гидромотора ротатора, происходят сбои программного обеспечения электронных компонентов управления блоком двигателя.

Установлено, что у тракторов New Holland преобладают частичные отказы ходовой системы, двигателя и гидравлической аппарату-

ры, внезапные отказы у этих тракторов составили 19% от общего количества, а полные и ресурсные отказы – 19 и 3% соответственно. У машин марки Case эти отказы составили, соответственно, 26,6; 30; 10 и 3,3% от общего числа отказов.

У New Holland наиболее надежным элементом является электрооборудование (3,4%), а наименее надежным – гидравлическая система (52,9%). У Case надежный элемент – тормозная система, наименее надежный – гидравлическая система [6].

Поломки и отказы отмечаются также в работе электрических систем обеспечения комфорта и безопасности трактора. Работа тракторов и комбайнов прекращается также при появлении неисправностей датчиков педали газа, электромагнитных сенсоров распределения давления в топливных магистралях, соленоидов управления автоматическими гидравлическими коробками передач и других элементов [3].

Из-за несвоевременности прохождения технического обслуживания и недостаточной квалификации кадров увеличиваются простои тракторов по техническим причинам. Элементы, требующие замены по причине износа или планового технического обслуживания, не всегда могут быть в наличии на складах дилеров и самих собственников хозяйств.

Использование в системе технического сервиса фонда сменно-обменных элементов позволяет повысить показатели ремонтпригодности. Применительно к тракторам, автомобилям и сложным сельскохозяйственным машинам такими показателями могут быть: объем, периодичность, длительность и стоимость устранения эксплуатационных отказов, ТО и ремонтов и др.

Наблюдения, проведенные совместно с инженерными службами завода – производителя сельскохозяйственных тракторов марки New Holland CNH Industrial и дилерскими партнерами завода ООО «АгроМастер-Красноярск» в Иркутской области, Республике Бурятия, Красноярском крае и Республике Хакасия, позволили получить данные о показателях среднесуточной наработки q_{cc} , удельного B_p и среднего времени простоя \bar{t}_{np} , наработки на отказ x_{np} , коэффициента готовности α_T , которые были использованы для анализа ремонтпригодности и повышения уровня работоспособности машин (табл. 1).

Анализ данных наблюдений показал, что большую часть общего времени простоя машины составило время поиска и доставки необходимого сменного элемента к месту ее ремонта. Оперативное решение данной проблемы в значительной степени повышает коэффициент готовности техники.

Таблица 1

Статистические характеристики работоспособности импортных тракторов

Марка трактора	Число подконтрольных машин	\bar{X}_{np} мото-ч	\bar{t}_{np} час	q_{cc} мото-ч	α_T	B_p час/мото-ч
T8.330	12	250	2,0	21	0,85	0,008
T8.360	12	400	1,5	18	0,89	0,004
T8.390	20	198	2,5	20	0,79	0,013
Case IH Magnum 290	12	305	4,0	16	0,78	0,008
Magnum 315	12	350	2,5	16	0,82	0,007
Magnum 340	12	280	3,5	17	0,79	0,005
T9.505	15	125	3,0	20	0,80	0,016
T9.615	15	210	1,3	15	0,91	0,006
TD5.90	15	150	4,5	12	0,73	0,030
TD5.110	12	140	2,3	14	0,81	0,016
	137					

Таблица 2

Результаты наблюдений по трактору T8.390

Заменяемый элемент	Количество				Время замены, ч	Время доступа, ч	Масса, кг	Стоимость, тыс. руб.
	предварительно снимаемых деталей	креплений	стопорений	соединений				
Вентилятор двигателя	8	4	2	2	4	2	8	63
Передний сальник коленчатого вала	16	10	3	3	8	4	1	15
Задний сальник коленчатого вала	85	2	1	0	2	12	1	19
Коромысла клапанов	24	20	12	5	8	5	1	22
Воздушный патрубок двигателя	4	8	2	2	3	1	4	3
Клапаны гидромотора	8	24	8	2	10	4	10	38
Водяной насос	96	22	2	1	16	6	8	94
Сальник бортовой передачи	15	26	0	0	8	3	1	12
Радиатор, сердцевина радиатора	8	6	2	3	5	2	20	125
Гидронасос рулевой колонки	43	20	3	2	2	8	5	46
Двигатель	104	24	16	30	8	10	320	580
Дифференциал (редуктор)	55	25	1	10	8	6	75	248
Стартер	5	9	0	4	4	1	30	67
Жгут блока управления трактором	8	6	3	0	6	2	5	24
Генератор	4	3	0	3	1	1	15	27
Хвостовик ВОМ	1	6	0	0	1	2	25	90
Насос-форсунка	10	8	6	6	8	2	6	230
Датчик педали газа	5	10	1	1	1	3	1	7
Прокладка гидрораспределителя	5	18	0	0	3	5	0,3	13
Клапан обратной подачи топлива	10	20	1	1	2	3	0,3	9
Головка блока цилиндров	90	12	0	4	4	7	120	160

Влияние конструктивных характеристик на показатели доступности, легкосъемности и взаимозаменяемости определялось на примере трактора Т8.390 по результатам учета времени на разборку и сборку элементов (табл. 2).

Наибольшее влияние на показатель доступности элементов конструкции трактора оказывает количество предварительно снимаемых деталей, а также количество креплений и соединений (рис. 1, 2). Остальные характеристики являются малозначимыми. Количество креплений, стопорений и соединений заменяемого элемента оказывает наибольшее влияние на показатель его легкосъемности. Существенное значение имеют вспомогательные работы и в определенной мере масса заменяемого элемента.

Таким образом, рассмотренные показатели определяют удобство монтажа и скорость замены вышедшего из строя элемента машины и оказывают определенное влияние на продолжительность, трудоемкость, стоимость ремонтных работ.

Установлено, что применение фонда сменно-обменных элементов при техническом сервисе импортных сельскохозяйственных тракторов позволяет повысить коэффициент технической готовности, а повторное послеремонтное использование деталей и агрегатов дает возможность снизить общие затраты.

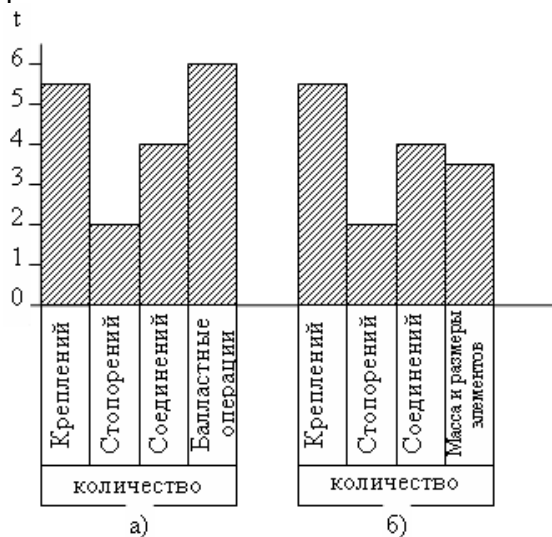


Рис. 1. Оценка влияния конструктивных характеристик трактора на показатели доступности (а) и легкосъемности (б) при замене элементов

Следует отметить, что высокая рыночная стоимость импортных тракторов и их составных частей является причиной больших издержек при простом по техническим причинам. Так, издержки от суточного простоя трактора мощностью 500 л.с. и рыночной стоимостью 15-18 млн руб. составляет от 50 до 250 тыс. руб. и более [6]. При этом

постоянно присутствует спрос на такой вид техники в связи с высокими эксплуатационными показателями работы и надежностью основных элементов конструкции.

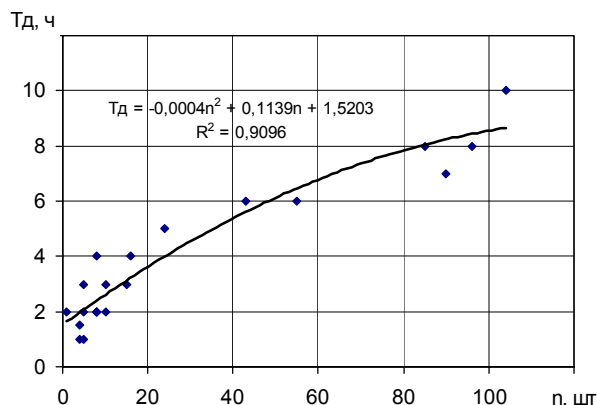


Рис. 2. Зависимость времени доступа (Тд) к сменяемому агрегату трактора от количества (n) предварительно снимаемых деталей

Вывод

Получены результаты работоспособности тракторов New Holland, Case и их агрегатов. Установлено, что преобладающими являются отказы в гидравлической системе (52,9%), внезапные отказы составили 19% от общего количества, полные и ресурсные отказы – 19 и 3% соответственно. В эксплуатационном и техническом плане зарубежная техника сложнее отечественной, она менее приспособлена к отечественной системе технического сервиса и имеет свои особенности в обеспечении ремонтпригодности по показателям доступности и легкосъемности составных частей.

Библиографический список

1. Ремонт автомобилей: учебник для вузов / Л.В. Дехтеринский и др.; под ред. Л.В. Дехтеринского. – М.: Транспорт, 1992. – 295 с.
2. Бураев М.К. Оценка износа и годности деталей тракторов // Ремонт, восстановление, модернизация. – 2006. – № 6. – С. 13-16.
3. Шистеев А.В., Бураев М.К. Восстановление работоспособности импортной сельскохозяйственной техники с использованием сменно-обменных элементов // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 3. – С. 35-40.
4. Шистеев А.В., Бураев М.К. Резервы системы обслуживания импортной сельскохозяйственной техники // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – № 6. – С. 120-124.
5. Шистеев А.В., Бураев М.К. Повышение ремонтной технологичности сельскохозяйственных тракторов применением сменно-

обменных элементов // Экологическая безопасность и перспективы развития аграрного производства Евразии: матер. Междунар. науч.-практ. конф. (3-4 декабря 2013 г.). – Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2013. – С. 13-115.

6. База данных компании CNH Industrial в Восточной Сибири Агромастер – Красноярск, Иркутск – Красноярск. – 2014. – 232 с.

7. Ремонтпригодность машин / А.И. Аристов и др.; под ред. П.Н. Волкова. – М.: Машиностроение, 1975. – 189 с.

8. Кутьков Г.М. Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства. – М.: КолосС, 2004. – 504 с.

9. Немцев А.Е. Обеспечение работоспособности мобильной сельскохозяйственной техники на основе резервирования обменного фонда: автореф. дис. ... докт. техн. наук: 05.20.03. – Новосибирск: СибИМЭ, 1998. – 44 с.

10. Немцев А.Е., Коротких В.В. Факторы адаптивности системы технического сервиса в АПК // Современные перспективные технологии в АПК Сибири: матер. Междунар. науч.-практ. конф. НГАУ. – Новосибирск: НГАУ, 2006. – С. 99-100.

11. Бойко Н.И., Санамян В.Г., Хачкина-ян А.Е. Сервис самоходных машин и автотранспортных средств: учеб. пособие. – Ростов на/Д: Феникс, 2007. – 512 с.

References

1. Ремонт автомобилей: учебник для вузов / Л.В. Декхтеринский [и др.]; под ред. Л.В. Декхтеринского. – М.: Транспорт, 1992. – 295 с.

2. Buraev M.K. Otsenka iznosa i godnosti detalei traktorov // Remont, vosstanovlenie, modernizatsiya. – 2006. – № 6. – С. 13-16.

3. Shisteev A.V., Buraev M.K. Vostanovlenie rabotosposobnosti importnoi

sel'skokhozyaistvennoi tekhniki s ispol'zovaniem smenno-obmennyykh elementov // Vestnik KrasGAU. – 2015. – № 3. – С. 35-40.

4. Shisteev A.V., Buraev M.K. Rezervy sistemy obsluzhivaniya importnoi sel'skokhozyaistvennoi tekhniki // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015. – № 6. – С. 120-124.

5. Shisteev A.V., Buraev M.K. Povyshenie remontnoi tekhnologichnosti sel'skokhozyaistvennykh traktorov primeneniem smenno-obmennyykh elementov // Mater. mezhdunar. nauchn.-prakt. konf. «Ekologicheskaya bezopasnost' i perspektivy razvitiya agrarnogo proizvodstva Evrazii», 3-4 dekabrya 2013 g. – Irkutsk: Izd-vo IrGSKhA, 2013. – С. 13-115.

6. Baza dannykh kompanii CNH Industrial v Vostochnoi Sibiri Agromaster – Krasnoyarsk, Irkutsk. – Krasnoyarsk, 2014. – 232 s.

7. Remontprigodnost' mashin / A.I. Aristov [i dr.]; pod red. P.N. Volkova. – M.: Mashinostroenie, 1975. – 189 s.

8. Kut'kov G.M. Traktory i avtomobili. Teoriya i tekhnologicheskie svoistva. – M.: KolosS, 2004. – 504 s.

9. Nemtsev A.E. Obespechenie rabotosposobnosti mobil'noi sel'skokhozyaistvennoi tekhniki na osnove rezervirovaniya obmennogo fonda: avtoref. dis. ... d-ra tekhn. nauk: 05.20.03. – Novosibirsk, SibIME, 1998. – 44 s.

10. Nemtsev A.E., Korotkikh V.V. Faktory adaptivnosti sistemy tekhnicheskogo servisa v APK // Sovremennye perspektivnye tekhnologii v APK Sibiri: mater. mezhdunar. nauchn.-prakt. konf. NGAU. – Novosibirsk: NGAU, 2006. – С. 99-100.

11. Boiko N.I., Sanamyan V.G., Khachkinayan A.E. Servis samokhodnykh mashin i avtotransportnykh sredstv: ucheb. posobie. – Rostov n/D.: Feniks, 2007. – 512 s.

