

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА ОБОРУДОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Г.В. Редреев, к.т.н., доц., А.В. Шимохин, к.э.н., П.В. Куйко, к.п.н., доц.

Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина

644008, г. Омск, Институтская пл., 1, тел. (3812)-651172. E-mail: weerwg@mail.ru

В условиях значительной изношенности машин и оборудования производственных предприятий очень большое значение имеет организация технического сервиса. Отделы главного механика промышленных предприятий, инженерные службы сельскохозяйственных предприятий не могут обеспечить качественного выполнения всего комплекса работ по техническому сервису. В то же время на отечественном рынке услуг промышленного сервиса, который включает совокупность специализированных компаний-поставщиков услуг по ремонту промышленного оборудования, имеются необходимые ресурсы для обеспечения качественного ремонта и технического обслуживания. Технический потенциал ремонтно-технических предприятий также может быть привлечен для обеспечения работоспособности машин и оборудования. Однако при передаче некоторого объема работ на аутсорсинг необходимо определить, какие виды ремонтных и обслуживающих работ и какого вида оборудования могут быть переданы. Наилучший вариант распределения объемов работ может быть получен решением оптимизационной задачи распределения ремонтно-обслуживающих работ различной сложности между существующими уровнями технического сервиса. При этом необходимо учитывать возможные убытки предприятий от недопроизводства продукции за время технического сервиса оборудования предприятием-аутсорсером. Но иногда, при некотором соотношении затрат на технический сервис и размера предполагаемых убытков, задача не имеет единственного решения. В этом случае следует применить дополнительный критерий – оценка квалификации сервисных инженеров предприятия-аутсорсера. Квалификация может быть определена оценкой уровня компетенций сервисных инженеров по комплексному критерию, учитывающему три аспекта этих компетенций. Во-первых, степень соответствия компетенций конструкциям обслуживаемых машин и оборудования. Во-вторых, степень соответствия компетенций технологиям технического сервиса. В-третьих, степень соответствия применяемых технологий технического сервиса обслуживаемым машинам и оборудованию. Данную методику оценки компетенций сервисных инженеров могут использовать как предприятия-заказчики, так и предприятия-аутсорсеры.

In the context of significant wear of manufacturing plants machines and equipment a big role belongs to coordination of technical service. Chief mechanical departments of industrial plants, engineering services of agricultural companies are not able to provide the whole range of high quality technical service. In the same time, the domestic market of industrial services which includes of aggregate of specialized companies providing industrial equipment repair services has necessary resources for providing quality repair and maintenance. Technical capacity of repair and maintenance companies also can be involved in maintaining operability of machines and equipment. But in case of outsourcing some volume of works, it is necessary to define what type of repair and maintenance works and what type of equipment can be outsourced. Finding decision to optimization task which consists in distributing repair and maintenance works of different complexity among existing levels of technical service can help distribute the volume of works in the best way. Possible losses of companies from underproduction during the time an outsourcing company performs services need to be taken into consideration. However, sometimes at some ratio of expenses on technical services and volume of expected losses the task does not have one decision. In this case, an additional criterion should be applied which is evaluating outsourcer's service engineers qualification. The qualification can be defined by estimating the competence level according to a complex criteria which considers three aspects of this competence. Firstly, the degree of competence correspondence to the construction of machines and equipment under service. Secondly, the degree of competence correspondence to the technologies of technical service. Thirdly, the degree applied technical service techniques correspond to machines and equipment under service. This method of service engineers' competence estimation can be used both by client and outsourcer companies.

Анализ практики функционирования промышленных предприятий позволил установить высокий уровень износа промышленного оборудования, в том числе станочного парка, который в зависимости от региона составляет от 40 до 80% [1]. Это приводит к большим затратам на техническое обслуживание и ремонт. Процесс обновления оборудования, как правило, протекает медленно, что приводит к необходимости использования оборудования с большим сроком эксплуатации. Аналогичная ситуация сложилась и агропромышленном комплексе (АПК). Более 60% парка машин выработало свой амортизационный срок. Машинно-тракторный парк сельскохозяйственных предприятий, как правило, состоит из тракторов и сельскохозяйственной техники российского (советского и СНГ) производства и в небольшом количестве – тракторов и агрегатов зарубежных фирм с высокой производительностью и обещающей высокой надеж-

ностью. Он характеризуется неразвитой инфраструктурой ремонта и ТО, с дилерскими центрами по гарантийному обслуживанию и продаже запчастей [2, 3].

По данным региональных министерств сельского хозяйства, предприятия имеют тракторы с возрастом 45 лет и комбайны с возрастом 33 года. Средний возраст тракторов составляет 17,5 лет. Средний возраст комбайнов – 10,5 лет [4, 5].

В настоящее время на отечественном рынке промышленного сервиса, который включает совокупность специализированных компаний-поставщиков услуг по ремонту промышленного оборудования, имеются необходимые ресурсы для обеспечения качественного ремонта, включая технологии, оборудование и высококвалифицированный персонал, обладающий необходимыми компетенциями и опытом работы.

Инженерной службой АПК страны за время существования Госкомсельхозтехники накоплен богатый опыт централизованного обслуживания автомобилей, тракторов «Кировец», машин для животноводства, поливной техники. Оптимальное сочетание централизации в организации работ по ТО и ремонту с рациональной концентрацией средств ТО и ремонта может обеспечить значительное повышение уровня технической эксплуатации сельскохозяйственной техники. Например, по данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия Омской области [4], в 2016 г. в восьми из 24 крупных дилерских центров организована работа 45 мобильных бригад по гарантийному обслуживанию сельскохозяйственной техники (таблица 1).

Кроме этого, для технического сервиса могут быть привлечены существующие ремонтно-технические предприятия различного профиля.

Таблица 1

Реализация и обслуживание основных видов сельскохозяйственной техники в Омской области в 2016 г.

№ пп	Наименование организации	Вид реализуемой техники	Количество бригад по гарантийному обслуживанию
1	ОАО «Семиреченская база снабжения»	Тракторы, зерноуборочные комбайны, косилки,	13
2	ОАО «Сибирская База»	Тракторы, зерноуборочные комбайны, косилки, прицепные жатки	5
3	ООО ПСК «ОмскДизель»	Посевные комплексы	8
4	ЗАО «БазаАгрокомплект»	Тракторы, косилки, сеялки зерновые, зерноочистительные машины	4
5	ОАО «Механический завод Калачинский»	Прицепные жатки, сеялки зерновые	1
6	ООО «АСМ»	Тракторы, косилки, посевные комплексы, сеялки зерновые	10
7	ООО «Омскагролизинг»	Тракторы	2
8	ООО «Агроцентр Захарово»	Посевные комплексы	2

Привлечение таких предприятий позволит использовать преимущества существующих форм разделения труда [6]:

- технологического (при разделении общего технологического процесса на частные процессы);
- функционального (обособление различных видов трудовой деятельности и специализации отдельных групп работников в зависимости от выполняемых производственных функций);
- профессионального (обособление работников по профессиям и специальностям);
- квалификационного (обособление работников внутри каждой профессиональной группы в зависимости от квалификации и разрядов).

Аутсорсинг является одной из наиболее современных и успешных бизнес-моделей, позволяющих добиться реальных конкурентных преимуществ. К преимуществам аутсорсинга относят: концентрацию на профильной деятельности; использование наилучших методов и опыта; повышение конкурентоспособности; сокращение затрат, применение передовых технологий, улучшение сервиса, повышение гибкости производственного процесса и достижение эффекта синергии, стратегическими соображениями и т. д. В результате применения аутсорсинга сокращается потребность в капиталовложениях, повышается качество продукции, так как поставщиками становится специализированная

организация, происходит концентрация управленческих ресурсов за счет уменьшения количества объектов управления [7].

Однако, передача ремонтно-обслуживающих работ сторонней организации целесообразна при предоставлении гарантий качества услуг и высокой квалификации исполнителей этих работ. Кроме этого важно экономическое обоснование объемов передаваемых на аутсорсинг работ, с учетом их сложности.

Распределение работ технического сервиса

Принято в структуре технического сервиса выделять три уровня сложности ТО и ремонта машин и оборудования:

- ежедневное (ежесменное) ТО машин и оборудования производственным персоналом;
- номерные виды ТО, несложный ремонт машин и производственного оборудования, требующий привлечения служб отдела главного механика или ремонтно-технических предприятий;
- средний и капитальный ремонт, инструментальная оценка технического состояния сложных подсистем и узлов машин, требующая привлечения специалистов дилерских предприятий, специализированных ремонтных предприятий [8].

Организационно предприятия технического сервиса также распределены по трем уровням:

- уровень предприятия (уровень холдингов и объединений),
- зональный уровень (уровень холдингов и объединений, межзональный уровень),
- региональный уровень (межзональный уровень).

Таким образом, при формировании технического сервиса возникает задача целесообразного распределения работ по ТО машин и оборудования, различающихся уровнем воздействия на узлы и подсистемы, между возможными разноуровневыми субъектами технического сервиса (рисунок 1).

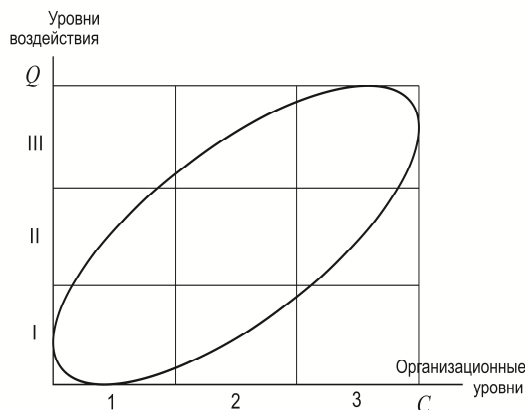


Рис. 1. Теоретическое распределение работ по уровням технического сервиса

Задача относится к разряду задач распределения ресурсов или транспортных задач. Одним из возможных эффективных методов решения задач такого рода является симплекс-метод (таблица 3) [9].

Необходимо выполнить объем необходимый работ по техническому сервису машин и оборудования, распределив его по уровням технического сервиса, так, чтобы

$$Q_{i,j} = \sum_{j=1}^3 x_{i,j}, \quad (1)$$

При этом сумма затрат и убытков от потери продукции должна быть минимальна:

$$\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 C_{ij} x_{ij} a_{ij} b_{ij} d_{ij} e_{ij} g_j \rightarrow \min \quad (2)$$

Для исследования удобно перейти к минимизации безразмерной величины, сократив предыдущую формулу на вынесенную за знак суммы стоимость услуг ТО первого уровня C_1

$$\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 K_{ij} x_{ij} a_{ij} b_{ij} d_{ij} e_{ij} g_j \rightarrow \min \quad (3)$$

где K_{ij} – коэффициент стоимости услуг технического сервиса.

Минимизация позволяет определить значения коэффициента стоимости услуг технического сервиса, соответствующие переходу к тому или иному уровню технического сервиса.

Однако, введя обозначение $a_{ij} b_{ij} d_{ij} e_{ij} g_j = K_n^o$ – обобщенный коэффициент затрат и потерь, можно заметить возможность его равенства для разных уровней технического сервиса при различных значениях частных коэффициентов $a_{ij} b_{ij} d_{ij} e_{ij} g_j$. В таком случае, задача может иметь бесчисленное множество решений – вариантов распределения работ между уровнями технического сервиса.

Отсутствие единственного (или предпочтительного) решения по экономическому критерию предполагает наличие других критериев, определяющих распределение объемов ТО различной сложности между уровнями технического сервиса (техничко-экономических, технологических, эксплуатационных и т.д.). Одним из важнейших критериев такого рода является уровень квалификации сервисных инженеров.

Оценка квалификации сервисных инженеров

Квалификация может быть оценена по следующим показателям:

- степень соответствия компетенций конструкциям обслуживаемых машин и оборудования,
- степень соответствия компетенций технологиям технического сервиса.

В свою очередь компетенции сервисных инженеров можно представить совокупностью их знаний, умений и навыков.

После выделения в конструкции машин и оборудования некоторых общих узлов и подсистем можно предложить один из вариантов оценки квалификации по первому показателю (таблица 2).

Таблица 2

Соответствие компетенций сервисных инженеров конструкциям узлов и подсистем машин и оборудования (для группы из четырех человек)

Элементы компетенций исполнителей ТО и Р	N, чел.	Узлы и подсистемы машин и оборудования						
		двигатель	трансмиссия	ходовая система	гидросистема	электрооборуд.	система управления	рабочие органы машин
Знания	4	4	4	4	4	4	4	4
Умения	4	3	3	3	3	3	3	3
Навыки	4	2	2	2	2	2	2	2
ВСЕГО	63	9	9	9	9	9	9	9
Возможно	84	12	12	12	12	12	12	12

Таблица составлена для группы из четырех сервисных инженеров. Максимальное количество баллов не может быть более 84. Однако мы считаем, что достаточно 63 баллов для обеспечения соответствия по рассматриваемому показателю: все исполнители знают все узлы машин; не более чем один исполнитель не умеет обслуживать какой-либо один из узлов; по крайней мере, двое исполнителей имеют навыки технического сервиса любого узла.

Для оценки квалификации по второму признаку необходимо определиться с видами и типами работ, выполняемых при техническом сервисе машин и оборудования.

Существуют несколько классификаций работ технического сервиса. По способам выполнения ремонта: сварочные работы; механическая и слесарная обработка; наплавка; гальванические операции; термообработка; восстановление под давлением; замена деталей гидросистемы; замена электрических систем. По цели работы: восстановление работоспособности; модернизация объекта; диагностирование; смазка; регулировка; осмотры. Классифицируются операции ТО и ремонта: очистительные-моечные; монтажно-демонтажные; контрольно-регулирующие; смазочные.

В соответствии со стандартом на управление надежностью принято выделять следующие виды работ технического сервиса: чистка; смазка; регулировка; калибровка; ремонт; восстановление;

замена [10]. Приняв за основу рекомендации стандарта, можно провести аналогичную оценку квалификации сервисных инженеров по второму признаку.

Кроме рассмотренных двух показателей, оценка компетенций возможна еще по одному дополнительному показателю, позволяющему оценить степень соответствия применяемых технологий технического сервиса обслуживаемым машинам и оборудованию (таблица 3).

Таблица 3

Соответствие технологий технического сервиса обслуживаемым машинам и оборудованию

Технологии технического сервиса	Узлы и подсистемы машин и оборудования						
	двигатель	трансмиссия	ходовая система	гидро-система	электро-оборуд.	система управления	рабочие органы машин
чистка	2	2	2	2	2	2	2
смазка	2	2	2	2	2	2	2
регулировка	2	2	2	2	2	2	2
калибровка	2	2	2	2	2	2	2
ремонт	2	2	2	2	2	2	2
восстановление	2	2	2	2	2	2	2
замена	2	2	2	2	2	2	2
ВСЕГО 98	14	14	14	14	14	14	14

Предлагаемые оценки соответствия:

2 – полностью соответствует,

1 – частично соответствует,

0 – не соответствует.

Предварительно примем за допустимый уровень оценку не менее 80%, соответствующую 78 баллам.

Количественно оценка квалификации определится из выражения:

$$K = K_1 K_2 K_3 \quad (4)$$

где $K_1 = \frac{\sum K_{1i}}{84}$ – оценка компетенций исполнителей процессам в узлах и подсистемах машин и оборудования,

$$K_2 = \frac{\sum K_{2i}}{84} \text{ – оценка компетенций исполнителей технологиям ТО и Р,}$$

$$K_3 = \frac{\sum K_{3i}}{98} \text{ – оценка соответствия применяемых технологий технического сервиса обслуживаемым машинам и оборудованию.}$$

В соответствие со сделанными нами предположениями, допустимый уровень оценки компетенций сервисных инженеров – исполнителей ТО и ремонта – составит $K \geq \frac{63}{84} \cdot \frac{63}{84} \cdot \frac{78}{98} \approx 0,45$. При условии, что $K_1 \geq 0,75$, $K_2 \geq 0,75$, $K_3 \geq 0,80$.

Разработанная нами оценка компетенций сервисных инженеров необходима при выборе аутсорсера, когда экономическая критерий отбора не приводит к однозначному решению. На практике не всегда имеется возможность использования экспертной оценки сервисных инженеров, в этом случае можно применить предлагаемую нами методику. Для этого необходимо разработать опросные листы и тестовые задания, соответственно имеющимся на предприятии парку машин и оборудования. Эту методику могут использовать и ремонтно-обслуживающие и сервисные предприятия для аттестации своих работников или при сертификации, а также оценке компетенций после повышения квалификации и переподготовке. Приведенные для примера таблицы могут быть упрощены или усложнены в соответствие с потребностями как аутсорсера, так и производственного предприятия. От-

дельного внимания может заслуживать вопрос перехода, в дальнейшем, от детерминированных оценок к вероятностным.

Список литературы

5. Хаирова, С.М. Совершенствование организации услуг по ремонту оборудования / С.М. Хаирова, А.В. Шимохин // Вестник СибАДИ. Омск: СибАДИ.–2015.–Вып.–5(45).–№5– С.194–196.
6. Казаков, К.В. Зарубежная сельскохозяйственная техника: монография / К.В. Казаков и др. – М., Белгород, ООО «Центральный коллектор библиотек «БИБИКОМ», 2016. – 200 с.
7. Пронин, В.М. Сравнительные испытания сельскохозяйственной техники: науч. издание. Под ред. В.М.Пронина. – М., ФГБНУ «Росинформагротех», 2013. – 416 с.
8. <http://msh.omskportal.ru/>
9. <http://www.chelagro.ru/>
10. Адамчук, В.В. (ред.). Организация и нормирование труда: Учеб. пособие для вузов. / В.В. Адамчук – М.: Финстатинформ, 1999. – 301 с.
11. Хаирова, С.М. Логистический сервис в глобальной экономике – М.: Издательский дом «МЕЛАП», 2004. – 200 с.
12. Редреев, Г.В. Технический сервис машинно-тракторных агрегатов (на примере Омской и Челябинской областей): Руководство по организации./ Г.В. Редреев, Г.А. Окунев – Омск, ФГБОУ ВО Омский ГАУ, 2018. – 41 с.
13. Redreev, GV Machine-Tractor Aggregates Operation Assurance by Mobile Maintenance Teams. /GV Redreev, OV Myalo, SP Prokopov, AP Solomkin, GA Okunev/ IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 221, conference 1 <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/221/1/012016>
14. ГОСТ Р 27.601–2011. Надежность в технике. Управление надежностью. Техническое обслуживание и его обеспечение. – М., Стандартинформ, 2013. – 36 с.

**ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОНЛАЙН МОНИТОРИНГА И ОЦЕНКИ
ФИНАНСОВО-ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ
ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

*Е.В. Телипенко, к.т.н., доцент, А.Н. Важдеев, ст. преподаватель,
Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652050, г. Юрга, ул. Ленинградская 26, тел. (38451) 777-64
E-mail: KochetkovaEV@mail.ru*

Учитывая сложившиеся обстоятельства: нестабильность мировой экономики, политические разногласия, приоритетной задачей в сложившейся ситуации становится обеспечение стабильного функционирования предприятий нашей страны. В таких условиях особенно актуальной становится разработка систем, способных повысить уровень экономической безопасности предприятий за счет применения новых методов и технологий.

Регулярное применение подобной системы для мониторинга и оценки финансово-хозяйственной деятельности позволит снизить влияние сформировавшихся негативных тенденций на результаты деятельности предприятия и избежать наступления кризисных явлений, способных привести его к банкротству.

Таким образом, необходима разработка системы для онлайн мониторинга финансово-хозяйственной деятельности предприятия на основе применения методов искусственного интеллекта, охватывающей все основные этапы: оценку состояния предприятия; анализ и прогнозирование развития ситуации; выработку рекомендаций по корректировке отдельных направлений деятельности с целью снижения сформировавшихся негативных тенденций или их избежания.

Постановка задачи

Математической базой системы станут экономико-математические модели, построенные с применением методов искусственного интеллекта, на основе использования актуальных данных о результатах финансово-хозяйственной деятельности российских предприятий с учетом, как их отраслевой направленности, так и размеров.