

УВЕЛИЧЕНИЕ СРОКА ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАКТОРОВ ЧЕРЕЗ РАСШИРЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛА СИСТЕМ АВТОПИЛОТИРОВАНИЯ

К. В. Полетаев

Научный руководитель – Я. Д. Павлов

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. Разработана концепция, позволяющая увеличить срок службы тракторов посредством внедрения в системы автопилотирования программного обеспечения, контролирующего как непосредственно параметры работы самого трактора, так и сроки проведения технического обслуживания с пошаговым контролем в виде чек-листов, внедрения сценариев различных агротехнических операций, позволяющих сократить ошибки при их выполнении и не допускающих преждевременного износа механизмов. В статье предлагается разработка программной экосистемы, позволяющей объединить рабочие места тракториста-машиниста, инженера службы эксплуатации и агронома для автоматизации и контроля назначения и проведения ремонта, технического обслуживания, постановки задач на выполнение агротехнических операций.

Ключевые слова: срок эксплуатации, автопилот, техническое обслуживание, экосистема.

INCREASING THE SERVICE LIFE OF TRACTORS BY EXTENDING THE FUNCTIONALITY OF AUTOPILOT SYSTEMS

K. V. Poletaev

Scientific advisor – Ya. D. Pavlov

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

Abstract. The concept of increasing the service life of tractors through the introduction of software in autopilot systems that controls both the tractor's operating parameters and the timing of maintenance with step-by-step control in the form of checklists, the introduction of scenarios of various agricultural operations to reduce errors in their performance and prevent premature wear of mechanisms. The article proposes the development of a software ecosystem that allows to combine the workplaces of tractor driver, service engineer and agronomist to automate and control the assignment and implementation of repairs, maintenance, setting tasks for the performance of agricultural operations.

Keywords: lifespan, autopilot, maintenance, ecosystem.

В настоящее время нехватка сельхозтехники в России составляет 65 тысяч штук тракторов и 34 тысячи штук комбайнов. С такими цифрами вышел Минсельхоз в Правительство РФ с предложениями изменений в стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов России на период до 2030 года.

В материалах сообщается, что несмотря на существующую механизацию сезонно-полевых работ, необходимое количество тракторов и комбайнов должно составлять 494,3 и 176,5 тысяч единиц соответственно.

Согласно данным на 1 августа 2024 года, у сельхозпроизводителей имелось 429,5 тысячи тракторов, 127,1 тысячи зерноуборочных и 15,1 тысячи кормоуборочных комбайнов [1].

По классификации основных средств, включаемых в амортизационные группы, утверждённой постановлением Правительства РФ от 01.01.2002 № 1, зерноуборочные комбайны и сельскохозяйственные трактора относятся к пятой амортизационной группе со сроком полезного использования свыше 7 лет до 10 лет включительно [2].

По расчетам Минсельхоза доля тракторов, чей срок эксплуатации превышает установленный порог в 10 лет составляет около 53 %, зерноуборочных и кормоуборочных комбайнов 45 % и 44 % соответственно [1].

Для снижения доли техники, эксплуатируемой свыше 10 лет, требуется ежегодное обновление на уровне 10 % от числа имеющихся в наличии самоходных машин и других видов техники [1, 10, 11].

Увеличение сроков эксплуатации свыше нормативных оказывает негативное влияние на эффективность и производительность сельскохозяйственных предприятий. Повышенные расходы на содержание техники, увеличение ремонтных сроков негативно сказывается на себестоимости сельхозпродукции.

Выход один – увеличивать выпуск новой техники для снижения негативного роста сроков эксплуатации.

Производители отечественной сельхозтехники отмечают возрастающее падение спроса и грядущую затоваренность складов готовой продукции [3, 8].

По итогам десяти месяцев продажи комбайнов, тракторов и других видов техники российского производства упали на 16,5 %, а зарубежного — примерно на 20 %. Процесс обусловлен высокой ключевой

ставкой, удорожанием техники и низкими темпами роста цен на сельхозпродукцию. По прогнозам, продажи сельхозтехники упадут на 15...20 % [3].

Отгрузки зерноуборочных комбайнов сократились на 27,7 %, до 2,87 тыс. штук, сеялок – на 22,5 %, до 2,76 тыс. штук, сельскохозяйственных тракторов – на 13,2 %, до 3,39 тыс. штук [3].

Таблица 1 – Продажи российской сельхозтехники на внутреннем рынке (январь-октябрь 2024)

Вид техники	Объем продаж, шт.	Динамика год к году, %
Комбайны зерноуборочные	2870	-27,7
Комбайны кормоуборочные самоходные	189	-24,7
Тракторы сельскохозяйственные	3 398	-13,2
Плуги	2 104	-16,2
Культиваторы	1 643	-20,3
Бороны	2 861	-15,2
Сеялки	2 766	-22,5
Машины для внесения удобрений	202	-63,2
Опрыскиватели	881	-23,4
Косилки	2 215	4,1

Исходя из мнения Минсельхоза об обязательном обновлении ежегодно не менее 10 % от существующего парка, выпуск и самое главное продажа должна составлять 42,95 тысячи тракторов и 12,71 тысяч зерноуборочных комбайнов.

К сожалению, производители не успевают за старением техники.

Возможно ли увеличение срока эксплуатации сельхозтехники без повышения роста негативных последствий в виде экономических затрат, простоя техники в ремзоне?

Прежде необходимо опередить факторы, которые влияют на сроки эксплуатации:

- качество комплектующих;
- условия эксплуатации;
- техобслуживание.

Из перечисленных факторов потребитель может воздействовать только на 2 из них – качество комплектующих и техобслуживание. Логично, что произведенное вовремя техобслуживание с применением качественных комплектующих уменьшает износ техники и повышает ее срок службы.

Предлагаемая концепция «Увеличения срока эксплуатации тракторов через расширение функционала систем агропилотирования» заключается в разработке и внедрении электронных устройств, программ, применении искусственного интеллекта, позволяющих конечному потребителю не допускать факторов, снижающих ресурс техники.

На данный момент система агропилотирования состоит из следующих основных блоков:

1. дисплей.
2. антенны GNSS и RTK.
3. блок обработки информации.

На данный момент дисплей лишь выводит информацию о вождении и служит сенсорной клавиатурой.

Заменив экран навигационной системы на съемный планшет, работающий на операционной системе Android, возможна реализация программного обеспечения со следующим функционалом:

Проведение технического обслуживания и ремонта с чек листом

Тракторист посредством подсказок с иллюстрациями (возможна загрузка руководства по эксплуатации и каталога запасных частей в электронном виде) шаг за шагом выполняет все предписанные действия. Отметки о замечаниях напрямую отправляются в службу главного инженера, где принимается решение о допуске или не допуске техники в работу. Так же отметки о выполненных работах автоматически заносятся в память устройства. Большинство работ по ремонту и эксплуатации аграрии стремятся делать самостоятельно, экономя денежные средства. Поэтому контроль, сокращение сроков логистики в цепочке обнаружение неисправности-диагностика-составление defectовочной ведомости-согласование-закупка-поставка-ремонт имеет крайне важное значение. Ведение электронной истории обслуживания техники позволит обобщить данные, выявить общие проблемные узлы, спрогнозировать с большой долей вероятности наступление событий, оптимизировать закупки [7, 9].

Напоминание о сроках ТО

Используя различную логику, можно настроить систему на запрет запуска двигателя для предотвращения перепробега. Анализируя работу за прошедшее время, планируя работы для каждого трактора или комбайна, можно спрогнозировать сроки ТО и ремонтов, не давая

им появляться в критическое время подготовки к севу или сборки урожая. Данные могут браться для устаревших тракторов усредненно через время работы двигателя. На современных возможна передача через ЭБУ трактора на систему автопилотирования.

Так несоблюдение требований обкатки 30 моточасов и последующего вызова дилера для ТО, повлек за собой снятие с гарантийных обязательств тракторов МТЗ-1221.3, МТЗ-82.1 и экскаватора-погрузчика на базе МТЗ-82.1 находящихся в эксплуатации Полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева. Уже на малых сроках продолжительности работ механизмов (до 200 моточасов), были выявлены нарушения в работе гидросистемы трактора МТЗ-82,1 (замена НШ-32, обрыв шлангов РВД и потеря масла, замена предохранительного клапана гидравлики), МТЗ-1221.3 – многочисленные потеки масла через уплотнения, неудовлетворительная работа клапанов, обрывы шлангов РВД. Теперь работы по устранению данных неисправностей будут выполняться не гарантийными обязательствами, а платными услугами.

Сценарий действий для различных агротехнических операций

Ошибки в настройках как оборудования, так непосредственно и самого трактора, влияют на частоту поломок. Так невыполнение требования о давлении в колесах при их сдвигании (внешнее колесо должно иметь меньшее давление), ведет к росту нагрузок на ступицу, износу дорогостоящей шины. Повышенная пробуксовка колес (более 15 %) ведет как к износу самой шины, так и излишней нагрузки на двигатель, увеличению расхода топлива.

Также при несоблюдении требований по давлению в колесах, идет переуплотнение почвы с неизбежными потерями в урожайности.

В программном обеспечении трактористу будет предложен сценарий действий, характерный именно для данной операции (вспашка, внесение удобрений, транспортные работы и пр.) с соблюдением всех агротехнических требований по выполнению работ. Данный сценарий можно корректировать, вводя необходимые пункты, подгоняя его максимально под место проведения сельхоз работ, учитывая тип почвы, климатические условия и прочие влияющие на конечный результат данные. Многие зарубежные производители сельхозтехники уже внедрили в свои сельскохозяйственные агрегаты протокол ISO BUS, позволяющий управлять работой орудия с места тракториста.

Это только малый перечень, на что можно воздействовать для увеличения срока эксплуатации техники.

Некоторые компоненты уже разрабатываются учеными-энтузиастами. Так, в рамках проведения опытов с пробуксовкой колес, созданы зубчатые диски с метками, установленными на выходных валах заднего моста с датчиками, которые считывают информацию [4]. Получились увеличенные кольца АБС (антиблокировочной системы тормозов автомобиля). Заводское решение может быть гораздо компактнее, а при применении системы АБС и вовсе интегрировано. Однако опыт показывает, что возможно оснастить датчиками старые трактора, с отсутствующими в базовой конфигурации современными датчиками, типа МТЗ-82.

Разработан прототип программы EXXYS, позволяющий по косвенным признакам определять неисправности в работе трактора [5].

Несомненно, это все будет стоить денег. Необходима совместная работа инженеров, программистов как со стороны производителей систем автопилотирования, так и производителей тракторов и комбайнов. Это позволит создать качественный продукт, отвечающий всем современным требованиям к качеству, надежности, функциональности. Создавая совместно, можно получить экосистему, которая позволит бесшовно соединить электронику автопилота и трактора, рабочее место инженера, агронома, сотрудника Ростехнадзора. Контролирующим органам также будет интересна данная концепция. При разработке, можно запрограммировать функцию, при котором техника, не прошедшая технический осмотр, не сможет выехать в поле или на дорогу.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Минсельхоз заявил о дефиците в 65 тысяч тракторов и 34 тысячи комбайнов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.interfax.ru/russia/98898> (дата обращения: 10.01.2025).
2. О Классификации основных средств, включаемых в амортизационные группы постановление Правительства РФ от 1 января 2002 г. № 1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/12125271> (дата обращения: 10.01.2025).
3. Комбайны убрались на склады [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.kommersant.ru/doc/7344952> (дата обращения: 10.01.2025).
4. Использование индивидуального привода колес трактора посредством электрической тяги / А. В. Бижаев, С. М. Ветрова, А. С. Барчукова, Н. С. Кривых // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2024. – Т. 18, № 2. – С. 78-85.

5. Основные положения системной диагностики машин / В. А. Чечет, А. Г. Левшин, А. Н. Скороходов, В. В. Егоров // Вестник ФГОУ ВПО «Московский государственный агроинженерный университет имени В. П. Горячкина». – 2018. – № 6 (88). – С. 51-55.
6. Evaluation of energy-economic parameters of tractor with electrically driven power unit / A. V. Bizhaev, N. S. Devyanin, V. L. Chumakov [et al.] // E3S Web of Conferences : II International Conference on Environmental Technologies and Engineering for Sustainable Development (ETESD-II 2023), Tashkent, 13-15 сентября 2023 года. Vol. 443. – Tashkent: EDP Sciences, 2023. – P. 03004. – DOI 10.1051/e3sconf/202344303004.
7. Дидманидзе, О. Н. Основы оптимального проектирования машинно-тракторных агрегатов / О. Н. Дидманидзе, Р. Н. Егоров. – М. : Учебно-методический центр «Триада», 2017. – 230 с.
8. Работоспособность технических систем : учебник для ВУЗов по изучению дисциплины / С. К. Тойгамбаев, О. Н. Дидманидзе, А. С. Апатенко [и др.]. – М. : Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, 2022. – 379 с.
9. Столяров, Д. М. Анализ современных двигателей внутреннего сгорания с электросиловыми установками / Д. М. Столяров, Ю. С. Коротких, Н. Н. Пуляев // Наука без границ. – 2019. – № 6(34). – С. 56-59.
10. Ртищева, Н. Е. Электрический трактор: особенности конструкции и перспективы развития / Н. Е. Ртищева, Н. Н. Пуляев, А. С. Гузалов // Journal of Agriculture and Environment. – 2022. – № 8(28). – DOI 10.23649/jae.2022.28.8.015.
11. Пуляев, Н. Н. Трактора сельскохозяйственного назначения нового поколения / Н. Н. Пуляев, А. Р. Зарикеев // Наука без границ. – 2020. – № 5(45). – С. 112-116.

Об авторах:

Полетаев Кирилл Вячеславович, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», U-21214@mail.ru.

Научный руководитель – Павлов Ярослав Дмитриевич, ассистент кафедры тракторов и автомобилей, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», ya.pavlov@rgau-msha.ru.

About the authors:

Kirill V. Poletaev, master's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, U-21214@mail.ru.

Scientific advisor – Yaroslav D. Pavlov, assistant of the Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, ya.pavlov@rgau-msha.ru.