

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ



УДК 631.35.05

### Разработка концепции беспилотного кормоуборочного комбайна

**И.Д. Ершова**

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

#### Аннотация

Статья посвящена разработке концепции беспилотного кормоуборочного комбайна (КУК) для аграрного сектора России. Рассматриваются современные технологии и уровень автономности существующих комбайнов серии F2650 от компании Ростсельмаш. Обсуждаются возможности автоматизации различных систем, таких как заправка, контроль уровня жидкостей и навешивание адаптеров. Цель работы — достичь 4-го уровня автономности, что повысит эффективность работы и сократит затраты. Предполагается автоматизация в течение 5 лет, что позволит улучшить показатели экономики и сокращение потерь урожая.

**Ключевые слова:** кормоуборочный комбайн (КУК), беспилотная система, система принятия решения, агропромышленный комплекс (АПК), силос

**Для цитирования.** Ершова И.Д. Разработка концепции беспилотного кормоуборочного комбайна. *Молодой исследователь Дона.* 2026;11(2):36–39.

### Concept Development of an Unmanned Forage Harvester

**Irina D. Ershova**

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

#### Abstract

The article focuses on developing a concept of an unmanned forage harvester (UFH) for the Russian agricultural sector. It studies the current technologies and levels of automation of the existing F2650 series combine harvesters manufactured at Rostselmash plant. Potential of robotizing various processes, such as fuelling, liquid level control and management of the attachable equipment, has been discussed. The aim of the research is to achieve Level 4 autonomy, which will improve operational efficiency of a harvester and reduce costs. Automation is expected to be completed within five years, which will improve the economic indicators and decrease crop losses.

**Key words:** forage harvester (FH), unmanned system, decision-making system, agro-industrial complex (AIC), silage

**For Citation.** Ershova ID. Concept Development of an Unmanned Forage Harvester. *Young Researcher of Don.* 2026;11(2):36–39.

**Введение.** Животноводческий сектор агропромышленного комплекса (АПК) Российской Федерации демонстрирует значительное развитие. Например, зафиксировано увеличение поголовья животноводческих объектов в регионах присутствия до 50 000 голов, что на 12,6 % больше по сравнению с июлем прошлого года [1]. Соответственно, с ростом численности скота возрастает потребность в кормозаготовке, в частности, в силосе (силаже). Силос представляет собой сочные, питательные и экономичные грубые корма, полученные путем сбора кормовых растений (кукуруза, сорго, подсолнечник, люцерна и другие), измельчаемых до размеров 2–4 см и с влажностью 60–70 %, после чего происходит ферментация с помощью молочных бактерий. Силос хранится в закрытых помещениях (бункерах) [2]. Для получения качественного силоса необходимо учитывать следующие факторы:

- период сбора (необходимость учёта вызревания культуры);
- влажность растения (около 30–40 % [2]);
- длина и угол среза силосируемого растения;
- герметизация продукта;
- ферментация силоса (около 20–60 дней [2]).

Для уборки, измельчения и подготовки к транспортировке кормовых культур применяются сельскохозяйственные машины — кормоуборочные комбайны. Обеспечение их эксплуатации требует наличия как водителей таких агрегатов, так и механизаторов. Однако в настоящее время в АПК наблюдается дефицит кадров: в различных областях недостает от 30 % до 50 % работников [3]. Эти показатели могут привести к проблемам с заготовкой качественного силоса, негативно сказаться на качестве продукции и на прибыли фермеров.

Таким образом, учитывая вышеизложенное и с учетом модернизации и автоматизации агропромышленного комплекса Российской Федерации [4], целью статьи является концептуальная разработка беспилотного кормоуборочного комбайна для российского аграрного сектора.

**Основная часть.** В настоящее время управление комбайном во время уборки осуществляется водителем (комбайнером), а контроль и обслуживание систем агрегата выполняет механизатор. С целью облегчения рабочего процесса и минимизации участия человека большинство функций кормоуборочных комбайнов, например, в серии F2650 от компании Ростсельмаш (РСМ), уже автоматизированы.

Для корректной разработки концепции необходимо определить уровень автономности современной техники. Рассмотрим существующие автономные операции в комбайне F2650. В комбайнах РСМ серии F2650 установлены следующие опции [5]:

- «РСМ Автозаточка» — система контроля степени остроты ножей на измельчающем барабане;
- умная дозировка — система «РСМ Умная дозировка» — дозированный внос консервантов на собранную массу;
- контроль положения силосопровода — систем «РСМ Контроль силосопровода» — мониторинг положения и выгрузки массы в прицеп для транспортировки;
- контроль параметров машины при работе — система «РСМ Умная метка» — информация о реальных параметрах точного земледелия, амортизации, соотношении выработки рабочих органов по сравнению с заявленными показателями;
- система автоуправления — «РСМ Агротроник пилот 2.0» — система, предназначенная для оказания помощи водителю: определение препятствий, поддержка траектории движения, автоматический разворот и управление скоростью, работа с картой задания, изменение положения жатки в начале и конце гона [6].

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод о том, что рассматриваемый кормоуборочный комбайн соответствует 3-му уровню автономности [7]. В результате анализа инструкции по эксплуатации [8] были определены системы и действия, которые необходимо автоматизировать, а именно:

- беспилотное агрегатирование адаптеров и жатки;
- заправка и дозаправка топливом и маслом, а также системы водоснабжения и картирования (СВК);
- контроль уровня масла и охлаждающей жидкости;
- автономное движение (включая преодоление препятствий);
- очистка воздушных фильтров.

Проанализируем возможность автоматизации этих систем. Заправка топлива осуществляется перед началом работы, при этом емкость топливного бака составляет 1500 л [9]. В процессе работы, который длится с 7:00 до 19:00, дозаправка не требуется. Таким образом, заправку можно проводить на пункте хранения машины.

Контроль уровня масла и охлаждающей жидкости осуществляется двумя методами: согласно инструкции по эксплуатации, либо погружением специального щупа с необходимостью открытия бака, либо посредством наблюдения через специальный «глазок» в баке, на котором видна шкала. Данные операции можно автоматизировать путем внедрения датчиков и контроллера (рис. 1).



Рис. 1. Общая визуализация беспилотного КУК: 1 — СВК; 2 — STM32; 3 — камера; 4 — датчик уровня охлаждающей жидкости; 5 — датчик уровня масла

Датчики уровня масла и охлаждающей жидкости будут подключены к контроллеру, который будет оценивать поступающие данные, цифровое представление которых затем будет передано в систему «PCM Умная метка».

Очистка воздушных фильтров выполняется путем снятия компонента с машины и продувки воздухом после завершения уборки. Данная операция должна осуществляться один раз в день, что указывает на необходимость выполнения её на пункте хранения техники.

**Самостоятельное движение.** В настоящее время кормоуборочный комбайн (КУК) от РСМ оснащен рядом функций, позволяющих осуществлять самостоятельное движение; однако контроль и действия в экстренных ситуациях по-прежнему остаются за водителем. Для обеспечения самостоятельного движения агрегат необходимо оснастить камерами, устанавливаемыми на более высокие точки машины для улучшения угла обзора (рис. 1). Разработка должна позволить комбайну самостоятельно принимать решения о дальнейшем выполнении задач.

Это требует интеграции в уже существующие решения от РСМ: система «Агротроник» останавливает машину перед препятствием и обеспечивает движение по рядкам и волкам, что может снизить стоимость и упростить проектирование нового программного обеспечения (ПО). В существующей модели уже установлена камера машинного зрения и имеется возможность использования карты задания. Для обеспечения автономной работы системы предлагается внедрение нейросети, способствующей выполнению поворотов, оценке препятствий (рис. 2) и, при необходимости, корректировке маршрута, что направлено на повышение эффективности работы машины.

### Принятие решения



Рис. 2. Принятие решение о продолжение движения при обнаружении препятствий

Заправка и дозаправка системы водоснабжения и картирования (СВК). На машинах предусмотрены два вида баков: для концентрированных консервантов — 30 л и для разбавленных — 390 л. Объем бака для разбавленных консервантов достаточен, поэтому изменений не требуется. Однако для концентрированных бак оказывается недостаточным (см. расчет п. 1), что требует конструктивных изменений. Поскольку КУК будет эксплуатироваться на поле без водителя, кабина не потребуется, что позволит вместо неё установить новый расширенный бак для концентрированных консервантов объемом 11 000 л (см. расчет п. 2).

Расчет бака для консервантов: один комбайн F2650 за 8 часов работы убирает 1 443 тонны кукурузного силоса.

– П. 1. Пусть на 1 т силоса необходимо внести 1,7 л; для 1 443 т потребуется 2 453,1 л консерванта. Объем бака СВК составляет 30 л, следовательно, его текущего объема достаточно для 17,64 т.

– П. 2. В том случае, если на 1 т силоса необходимо внести 1,7 л, тогда для 1 443 т потребуется 2 453,1 л консерванта. Новый бак СВК объемом 11 000 л обеспечит работу без дозаправки в течение 32 часов при внесении 1,7 л/т.

Беспилотное агрегатирование адаптеров и навесок. В связи с необходимостью сопряжения электрических и гидравлических систем комбайна и жаток, автоматизация данных процессов в настоящее время невозможна. Кроме того, для каждого убираемого типа культуры требуется своя жатка, что также затрудняет упрощение сопряжения машины и навесок.

Самостоятельное навешивание адаптеров можно достичь путем применения магнитов и магнитоматериалов. Агрегатирование адаптера будет происходить на месте хранения машины.

**Заключение.** Проанализировав существующие системы комбайна F2650 и определив его текущий уровень автономности, были выбраны системы, которые можно автоматизировать, что позволит достичь 4-го уровня автономности. Ожидается, что выполнение автоматизации составит примерно 5 лет на момент согласования новой конструкторской документации.

Для достижения 5-го уровня автономности необходимо автоматизировать:

- переналадку адаптера;
- заправку топливом и консервантами;
- очистку воздушных фильтров;
- исключение участия человека в ремонте и обслуживании машин.

Предложенная концепция будет актуальна в ближайшем будущем, так как эффективность беспилотных зерноуборочных комбайнов уже демонстрирует значительные преимущества: экономия топлива достигает 5 %, время уборочных работ сокращается на 25 %, а потери урожая уменьшаются в диапазоне 8–13 % [10].

#### Список литературы

1. Суммарное поголовье КРС на фермах «Агропромкомплектации» достигло 50000 голов. Официальный сайт «АгроПром». URL: <https://clck.ru/3Rseux> (дата обращения: 18.02.2026).
2. Komsilaj Silage Baler Machines. URL: <https://www.komsilajmakine.com> (дата обращения: 18.02.2026).
3. Архипов А., Казанникова А. Модернизация АПК России: цели, задачи, выбор стратегии. *Вестник Института экономики Российской академии наук*. 2010;(2):41–58.
4. Кормоуборочный комбайн RSM F 2650: самый мощный в серии F. Официальный сайт «Ростсельмаш». URL: <https://clck.ru/3Rsfsq> (дата обращения: 18.02.2026).
5. F2650. Передовые технологии для кормозаготовки. Официальный сайт «Ростсельмаш». URL: <https://clck.ru/3RsgXz> (дата обращения: 18.02.2026).
6. РСМ Агротроник пилот 2.0. Официальный сайт «Ростсельмаш». URL: <https://clck.ru/3RsgaP> (дата обращения: 18.02.2026).
7. Уровни автономности автомобилей. URL: <https://clck.ru/3RsgkR> (дата обращения: 18.02.2026).
8. Кормоуборочный комбайн RSM F 2650: самый мощный в серии F. Официальный сайт «Ростсельмаш». URL: <https://clck.ru/3RshNc> (дата обращения: 18.02.2026).
9. Комбайн без пилота: точность, экономия, сроки уборки. Своё Фермерство. URL: <https://svoefermerstvo.ru/svoemedia/articles/kombajn-bez-pilota-tochnost-jekonomija-sroki-uborki> (дата обращения: 18.02.2026).
10. В Минсельхозе заявили об оттоке кадров в российский АПК. Сайт ТАСС. URL: <https://tass.ru/ekonomika/20444277> (дата обращения: 18.02.2026).

#### Об авторе:

**Ирина Денисовна Ершова**, студент кафедры «Электротехника и электроника» Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), [irina.d.ershova@gmail.com](mailto:irina.d.ershova@gmail.com)

**Конфликт интересов:** автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

**Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.**

#### About the Author:

**Irina D. Ershova**, Bachelor's Degree Student of the Electrical Engineering and Electronics Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), [irina.d.ershova@gmail.com](mailto:irina.d.ershova@gmail.com)

**Conflict of Interest Statement:** the author declares no conflict of interest.

**The author has read and approved the final manuscript.**