

**Information about the authors**

1. **Batmanov Vladimir Nikolaevich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Transport and Technological Machines and Complexes, Chuvash State Agrarian University, 428003, Cheboksary, st. K. Marx, 29; e-mail: bvn.academi-gsxa@yandex.ru, tel. 89003308860;

2. **Kazakov Yuri Fedorovich**, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Transport and Technological Machines and Complexes, Chuvash State Agrarian University, 428003, Cheboksary, st. K. Marx, 29; e-mail: ura.kazakov@mail.ru, tel. 89033596675;

3. **Batmanov Yuri Nikolaevich**, Master's student of the Faculty of Engineering, Chuvash State Agrarian University, 428003, Cheboksary, st. K. Marx, 29; e-mail: batmanov\_yura@mail.ru, tel. 89053414245.

УДК 631.33

**РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ  
КОНСТРУКЦИИ ОПОРНОГО МОСТА КАПУСТОУБОРОЧНОЙ МАШИНЫ УКМ-2А НА ЕЕ  
ТЯГОВОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ**

**В. В. Белов<sup>1)</sup>, Е. Л. Белов<sup>1)</sup>, С. Н. Мардарьев<sup>1)</sup>, С. В. Белов<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup>Чувашский государственный аграрный университет

428003, Чебоксары, Российская Федерация

<sup>2)</sup>ООО «Эрнст энд Янг»

115035, г. Москва, Российская Федерация

**Аннотация.** В статье представлены результаты экспериментальных исследований, направленных на изучение зависимости устойчивости движения капустоуборочной машины УКМ-2А от параметров конструкции опорного моста. Также были проанализированы результаты исследований с подробным описанием их методики, позволяющие проследить изменение нагрузки на опорные колеса в зависимости от положения выгрузного транспортера прицепной капустоуборочной машины УКМ-2А, а также от величины колеи опорных колес. В работе представлены и проанализированы результаты полевых исследований, направленных на изучение зависимости тягового сопротивления от размеров шин колес. На основе проведенных экспериментов был сделан вывод о том, что основной причиной появления разворачивающего момента капустоуборочной машины УКМ-2А в горизонтальной плоскости является смещение центра тяжести от осевой линии агрегата. Было выявлено распределение нагрузки, определено местоположение центра тяжести прицепной капустоуборочной машины УКМ-2А. Было доказано, что частичного устранения разворачивающего момента можно добиться с помощью изменения параметров моста опорных колес. Наиболее полное устранение разворачивающего момента возможно при установке на капустоуборочной машине со стороны аппаратов активного опорно-приводного колеса. Использование моста опорных колес с шинами 310х406 снижает разницу тяговых сопротивлений как в транспортном, так и в рабочем положении. Наиболее устойчивый ход имеет машина с шинами 310х406 при колее моста в 2,1 м, так как при этом тяговые сопротивления имеют минимальную разницу. Проведенные экспериментальные исследования подтвердили гипотезу о возможности снижения тягового сопротивления путем оптимизации конструктивных параметров моста опорных колес прицепной капустоуборочной машины УКМ-2А. Результаты исследований, направленных на изучение влияния параметров конструкции опорного моста капустоуборочной машины УКМ-2А на ее тяговое сопротивление, позволяют рекомендовать установку шин на мост опорных колес путем замены колес в сборе. В этом случае уменьшатся энергозатраты при уборке капусты за счет снижения тягового сопротивления.

**Ключевые слова:** уборка, капуста, прицепная капустоуборочная машина, разворачивающий момент, мост опорных колес.

**Введение.** Современная аграрная политика развивающейся страны нацелена на полное удовлетворение потребностей населения страны в продовольствии.

Белокочанная капуста в СССР занимала до 30 % площадей, отведенных под овощные культуры [4], [7], [8]. Капуста являлась основной овощной культурой Нечерноземной зоны РСФСР. Под выращивание капусты в Нечерноземной зоне отводилось до 45 %, а в Ленинградской области до 53 % от всех площадей, занятых овощными культурами [4], [7], [9]. Урожайность капусты колеблется в диапазоне от 20 до 70 т/га, а в специализированных хозяйствах она составляет более 100 т/га [4], [7].

Известно, что трудоемкость при производстве овощных культур в 80 раз выше, чем при производстве зерновых, и в 6-7 раз выше, чем при производстве картофеля и сахарной свеклы [5], [7], [9]. Решение поставленных задач, а также снижение трудоемкости при выращивании овощных культур возможно при эффективном использовании имеющихся машин и разработке новых машин, позволяющих значительно снизить трудозатраты при производстве основных овощных культур, к которым относится также белокочанная

капуста. Основная доля трудозатрат (более 60 %) при выращивании капусты приходится на процесс уборки [7], [8]. Поэтому проблема механизации процесса уборки капусты является важной научно-технической проблемой в масштабах государства.

При выращивании белокочанной капусты основная доля затрат труда (до 60 %) приходится на операцию уборки и доходит до 200-250 чел.ч/га. Применение на уборке капусты различных комплексов машин позволяет значительно снизить трудозатраты [4], [5], [8].

В конце XX века широко использовалась капустоуборочная машина УКМ-2А, конструктивное исполнение которой позволяло укладывать срезанные кочаны из 2-6 рядков в один валок или же загружать срезанные кочаны в рядом идущее транспортное средство [2], [3].

Использование поточного метода уборки, который предусматривает доработку кочанов на специальных стационарных пунктах, позволяет повысить эффективность производства капусты [1], [4].

Использовавшиеся в СССР капустоуборочные машины МСК-1, МКП – 2, МКУ – 2 и производившиеся в 1980-90-х гг. капустоуборочные машины УКМ-2, УКМ-2А работают по поточной технологии. За рубежом для этой цели также имеется ряд машин: ЕК03, Е-800/1, Е-804А22, которые производят западногерманские фирмы «Консимпекс», «Рустика», американские фирмы «Лоув Мэшин Компани», «Кастле», датская фирма «Аза Лифт». Аналогичная машина «Консимпекс» была разработана Центральной сельскохозяйственной станцией в Японии и т.д. [5].

Основными показателями качества технологического процесса уборки капусты являются следующие: процент потери кочанов и их повреждений, загрязнение кочанов почвой [2], [5], [6], [8]. Перечисленные показатели были установлены Северо-Западной МИС методом экспертного опроса.

В настоящее время на уборке капусты используется одно-двухрядные капустоуборочные машины, которые отправляют продукцию в пункты доработки капусты. Эффективность выращивания белокочанной капусты в значительной степени зависит от качественных показателей работы капустоуборочных машин. При увеличении рабочей скорости машины с целью увеличения производительности от 1,4 до 5,6 т/ч потери кочанов увеличиваются до 8 %, что недопустимо в соответствии с агротехническими требованиями, предъявляемыми к процессу уборки кочанной капусты [1], [2], [9].

В связи с этим наши исследования были направлены на определение того влияния, которое оказывают параметры конструкции опорного моста капустоуборочной машины УКМ-2А на ее тяговое сопротивление.

Результаты научных исследований, направленных на изучение динамики мобильных машин, представлены в трудах российских ученых: Б. С. Свирищева, Г. В. Веденяпина, Ю. К. Киртбая, С. Ф. Иофинова, Ф. С. Завалишина, В. И. Медведева, В. И. Фортуну и др.

**Материалы и методы исследований.** Объектом исследования являлась капустоуборочная машина и элементы технологии, применяемой при уборке кочанной капусты.

На основе изучения и анализа имеющейся информации [2], [6], [8] о процессе копирования рельефа поля, а также о несимметричности расположения капустоуборочной машины УКМ-2А относительно линии тяги трактора была выдвинута гипотеза о возможности снижения разворачивающего момента капустоуборочной машины УКМ-2А в горизонтальной плоскости относительно оси рядков капусты.

Разворачивающий момент капустоуборочной машины УКМ-2А возникает из-за того, что левое колесо капустоуборочной машины расположено значительно дальше от линии тяги на расстоянии 1,4 м в сравнении с правым колесом, которое расположено правее, на расстоянии 0,7 м относительно линии тяги, при колее 2,1 м моста опорных колес капустоуборочной машины УКМ-2А (см. рис.).

Очевидно, что при этом также надо учитывать и нагрузку на каждое колесо. В связи с приведенными особенностями конструкции капустоуборочной машины УКМ-2А с учетом ее агрегатирования и технологии уборки нами была поставлена задача – исследовать влияние параметров конструкции опорного моста УКМ-2А на устойчивость движения капустоуборочной машины УКМ-2А в зависимости от положения ее выгрузного транспортера.

Устойчивость движения капустоуборочной машины УКМ-2А, а именно, сохранение стабильности движения и положения колес капустоуборочной машины УКМ-2А в борозде без разрушения гребней с сохранением продольной оси агрегата можно оценивать с помощью величины отклонения продольной оси капустоуборочной машины УКМ-2А относительно продольной оси трактора или направления движения агрегата.

Очевидно, что нарушение этих положений приводит к перекосу продольной оси капустоуборочной машины УКМ-2А относительно оси трактора, что, в свою очередь, вызывает разрушение гребней и увеличение тягового сопротивления.

**Результаты исследований и их обсуждение.** С целью проверки наших предположений были проведены экспериментальные исследования нагрузки, которая подается на опорные колеса в стационарных условиях, а также динамики тягового сопротивления капустоуборочной машины УКМ-2А в полевых условиях.

Следует отметить, что разворачивающий момент в значительной степени зависит от сопротивления колес о борозду и несущей способности почвы, что определяется влажностью и структурой почвы в момент уборки.

Была выдвинута гипотеза о зависимости снижения тягового сопротивления и разворачивающего момента сил от параметров конструкции и моста опорных колес капустоуборочной машины УКМ-2А и возможности улучшения процесса копирования и стабильности движения агрегата.

Нагрузки на опорные точки в статическом состоянии были определены динамометром. Полученные таким образом данные представлены в табл. 1, а результаты полевых исследований – в табл. 2

По результатам трехкратной повторности опыта с помощью известных статистических методов расчета была определена ошибка опыта (измерений), которая составляет 0,57 % (колея 2,1 м) и 0,64 % (колея 2,8 м), что значительно ниже допускаемых величин.

Разворачивающий момент в основном зависит от смещения линии тяги трактора относительно центра тяжести агрегируемой машины [2], [6].

Величину смещения линии тяги определяем исходя из следующих условий: при работе капустоуборочной машины УКМ-2А правое колесо (по ходу движения) находится в одной борозде с правыми колесами (переднее и заднее) агрегируемого с машиной трактора, распределение центра тяжести по опорным колесам также зависит от положения выгрузного транспортера (см. рис.).

Анализируя табличные данные, отметим (см. табл. 1), что центр тяжести машины в рабочем состоянии смещен от линии тяги, расположенной на расстоянии 0,7 м от правого (левого) колеса при колее трактора в 1,4 м.

Таблица 1 – Результаты исследования нагрузки на опорные точки машины УКМ-2А

Положение выгрузного транспортера машины	Нагрузка на опорные точки машины, кг			Общий вес машины, кг	Положение Смещение центра тяжести от правого колеса, м (от линии тяги, м)
	дышло	правое колесо	левое колесо		
колея моста 2,1м					
В валок	1025	1097	687	2807	0,93 (0,23)
В кузов	1025	907	883	2813	1,07(0,37)
Транспортное	1025	1047	753	2823	
колея моста 2,8м					
В валок	1025	1230	825	3080	0,98( 0,28)
В кузов	1025	1100	975	3100	1,11 (,041)
Транспортное	1025	1225	830	3080	1,17 (0,47)

При ширине междурядий в 0,7 м колея трактора устанавливается в 1,4 м, а у капустоуборочной машины УКМ-2А может быть разной: от 2,1 до 2,8 м. (рис.). Таким образом, при колее опорных колес УКМ-2А, равной 2,1 м, линия тяги смещена от правого колеса на 0,7 м. Как видим (табл. 1), координата центра тяжести капустоуборочной машины УКМ-2А в рабочих положениях превышает 0,7 м.

Минимальное смещение при работе машины УКМ-2А с укладкой кочанов в валок составляет 0,23 м, а при положении выгрузного транспортера загрузка в кузов равна 0,37 м. Величина смещения центра тяжести при загрузке в кузов колеблется в зависимости от положения средней и выгрузной частей выгрузного элеватора. Например, в сторону уменьшения до 0,31 м [1], [5].

Увеличивая колею до 2,8 м, частично изменяем распределение нагрузки. Центр тяжести машины смещается левее от линии тяги, чем при колее моста в 2,1 м.

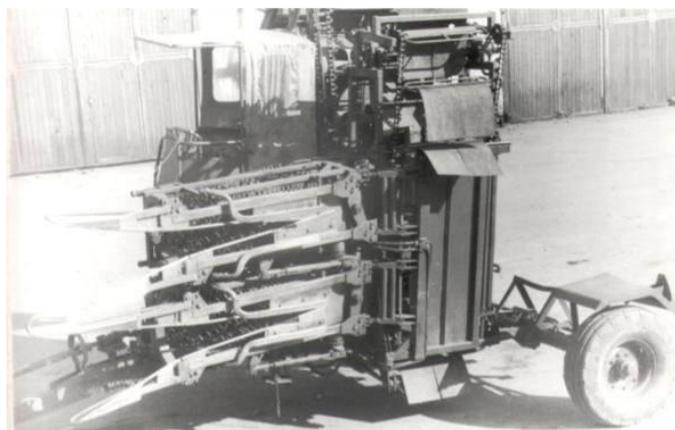


Рис. Общий вид экспериментального образца капустоуборочной машины УКМ-2А при колее 2,1 м и с шинами (215х381).

Из-за несимметричности нагрузки относительно линии тяги прицепную капустоуборочную машину УКМ-2А при работе несколько разворачивает, т.е. ось ее опорных колес отклоняется от перпендикулярности к оси трактора, (соответственно, линии тяги). В результате на переувлажненных почвах и на участках с низкими гребнями машина теряет продольную устойчивость [5], [6]. Косвенным показателем разворачивающего момента служит разница тяговых сопротивлений. Результаты экспериментальных исследований по определению тягового сопротивления представлены ниже, в табл. 2.

Таблица 2 – Результаты исследований тягового сопротивления

Колея моста, м	Размер шин, мм	Тяговое сопротивление, кН		Разница тяговых сопротивлений, кН
		транспортное положение	рабочее положение в кузов	
2,1	215x381	3,38	5,04	1,66
2.1	310x406	3,76	4,68	0,92
2.8	310x406	3.1	4,15	1,05

Анализируя данные, представленные в табл. 2, мы можем сделать вывод о том, что тяговое усилие в рабочем положении капустоуборочной машины УКМ-2А существенно отличается от тягового сопротивления машины в транспортном положении.

Аналогично анализируя результаты, представленные в табл. 2, мы можем сделать вывод, что использование моста опорных колес с шинами размером 310x406 снижает разницу тяговых сопротивлений как в транспортном, так и в рабочем положении. Наиболее устойчивый ход имеет машина с шинами размером 310x406 при колее моста в 2,1 м, так как при этом разница тяговых сопротивлений минимальна.

Данные, представленные в табл. 1 и 2, подтвердили нашу гипотезу: смещение продольной оси машины относительно оси трактора при работе приводит к возникновению разворачивающего момента, что вызывает колебания машины в горизонтальной плоскости и потере устойчивости движения вдоль убираемых рядков капусты.

На машине МСК-1 с целью устранения и компенсации разворота были установлены управляемые опорные колеса, которые посредством системы рычагов и тяг были связаны с цапфой левого управляемого колеса трактора [3], [5]. При работе капустоуборочной машины в экстремальных условиях, при повышенной влажности, такая система управления не всегда эффективна, так как происходит смещение оси срезающего аппарата относительно оси рядка, что приводит к повреждениям кочанов, скоплению их перед срезающим аппаратом и его забиванию. Повышение устойчивости движения капустоуборочной машины можно добиться с помощью изменения угла установки колес к направлению движения.

Угол установки колеса зависит от разворачивающего момента, возникающего вследствие асимметричности нагрузки на капустоуборочную машину. С увеличением угла установки колес машины от 1° до 5° увеличивается и дополнительное сопротивление самой капустоуборочной машины до 1,7 кН, что приводит к увеличению энергозатрат.

Копирование направления рядков капустоуборочными машинами УКМ-2 и УКМ-2А осуществляется с помощью поворотного дышла, управляемого оператором. Эта система копирования рядков полностью не устраняет разворот машины и может нормально работать на полях с уклоном не более 5° и с гребнями высотой в 5-10 см, а в дождливую погоду машина теряет продольную устойчивость [5], [6]. Частичного устранения разворачивающего момента можно добиться с помощью изменения параметров моста опорных колес [1], [9]. Наиболее полное устранение разворачивающего момента возможно при установке на капустоуборочную машину со стороны аппаратов активного опорно-приводного колеса (например, гидромоторколеса) [1].

Нет единого мнения о методике определения оптимальных динамических параметров и о критериях оценки системы копирования рельефа поля срезающими аппаратами, что не позволяет в полной мере использовать возможности имеющихся машин.

**Выводы.** Использование моста опорных колес с шинами размером 310x406 снижает разницу тяговых сопротивлений как в транспортном, так и в рабочем положении. Наиболее устойчивый ход имеет машина с шинами размером 310x406 при колее моста в 2,1 м, так как при этом разница тяговых сопротивлений минимальна.

Результаты проведенных экспериментальных исследований подтвердили нашу гипотезу о возможности снижения тягового сопротивления путем оптимизации конструктивных параметров моста опорных колес прицепной капустоуборочной машины УКМ-2А.

Установку шин на мост опорных колес рекомендуется проводить путем замены колес в сборе, что позволит уменьшить энергозатраты в процессе уборки капусты за счет снижения тягового сопротивления.

Результаты исследований влияния параметров конструкции опорного моста капустоуборочной машины УКМ-2А на ее тяговое сопротивление позволяют рекомендовать установку шин на мост опорных колес путем замены колес в сборе. Это позволит уменьшить энергозатраты в процессе уборки капусты за счет снижения тягового сопротивления.

Результаты экспериментальных исследований рекомендуется учитывать при разработке аналогичных машин с несимметричной нагрузкой.

### Литература

1. Авторское свидетельство № 1496692 СССР, МКИ4 А01Д 45/26. Сельскохозяйственная машина, преимущественно капустоуборочная: № 4234651; заявл. 23.04.1987; опубл.: 30.07.1989 / В. В. Белов, Н. Н. Романовский, В. Н. Котрохов [и др.]. – 4 с.
2. Белов, В. В. Параметры системы копирования рельефа поля, повышающие эффективность капустоуборочной машины: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / В. В. Белов. – Ленинград – Пушкин, 1989. – 220 с.
3. Городков, В. П. Тенденции развития конструкций машин для уборки кочанной капусты (отечественный и зарубежный опыт): обзор / В. П. Городков, Н. В. Романовский, В. Д. Хвостов. – Москва: ЦНИИТЭИ Тракторсельхозмаш, 1982. – 26 с.
4. Дидено, Н. Ф. Машины для уборки овощей / Н. Ф. Диденко. – Москва: Машиностроение, 1984. – 320 с.
5. Оптимизация параметров механизма подвески капустоуборочной машины УКМ-2А / В. В. Белов, В. С. Павлов, Н. К. Кириллов, А. В. Степанова // Известия Международной академии аграрного образования. – 2019. – № 47. – С. 13-16.
6. Романовский, Н. В. Повышение эффективности капустоуборочной машины / Н. В. Романовский, В. В. Белов // Нечерноземье. – 1988. – № 9. – С. 41.
7. Справочник по индустриальным технологиям производства овощей / Я. Е. Руденко, Л. С. Землянов. – Москва: Агропромиздат, 1986. – 288 с.
8. Технология промышленного производства капусты белокочанной (рекомендации). – Москва: Россельхозиздат, 1985. – 40 с.
9. Тихонов, Н. И. Анализ состояния механизации уборки капусты / Н. И. Тихонов // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1986. – № 6. – С.134-137.

### Сведения об авторах

1. **Белов Валерий Васильевич**, доктор технических наук, профессор кафедры механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства, Чувашский государственный аграрный университет, 428003, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; e-mail: belovdtn@gmail.com, тел. 8-953-015-64-12;
2. **Белов Евгений Леонидович**, кандидат технических наук, доцент кафедры механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства, Чувашский государственный аграрный университет, 428003, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; e-mail: belovevg2008@yandex.ru, тел. 8-927-853-36-28;
3. **Мардарьев Сергей Николаевич**, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства, Чувашский государственный аграрный университет, 428003, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; e-mail: s-mard@mail.ru, тел. 8-927-841-12-22;
4. **Белов Сергей Валерьевич**, инженер, ООО «Эрнст энд Янг», 115035, г. Москва, Садовническая набережная, д. 77.

### RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES OF THE INFLUENCE OF THE DESIGN PARAMETERS OF THE SUPPORT BRIDGE OF THE CABBAGE HARVESTING MACHINE UKM-2A ON ITS TRACTION RESISTANCE

V. V. Belov<sup>1)</sup>, E. L. Belov<sup>1)</sup>, S. N. Mardariyev<sup>1)</sup>, S. V. Belov<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Chuvash State Agrarian University  
428003, Cheboksary, Russian Federation

<sup>2)</sup>Ernst & Young LLC  
115035, Moscow, Russian Federation

**Brief abstract.** The article presents the results of experimental studies aimed at studying the dependence of the stability of the movement of the UKM-2A cabbage harvester on the parameters of the support bridge design. Also, the results of studies were analyzed with a detailed description of their methodology, which makes it possible to trace the change in the load on the support wheels depending on the position of the unloading conveyor of the trailed cabbage harvester UKM-2A, as well as on the size of the track of the support wheels. The paper presents and analyzes the results of field studies aimed at studying the dependence of traction resistance on the size of the wheel tires. Based on the experiments, it was concluded that the main reason for the appearance of the unfolding moment of the UKM-2A cabbage harvester in the horizontal plane is the displacement of the center of gravity from the centerline of the unit. The distribution of the load was identified, the location of the center of gravity of the trailed cabbage harvester UKM-2A

was determined. It has been proven that partial elimination of the turning moment can be achieved by changing the parameters of the support wheel axle. The most complete elimination of the turning moment is possible when installing an active support-drive wheel on the cabbage harvester from the side of the devices. The use of a support wheel axle with 310x406 tires reduces the difference in traction resistance both in transport and in working position. The most stable ride has a machine with 310x406 tires and an axle track of 2.1 m, since the traction resistances have the smallest difference. The conducted experimental studies have confirmed the hypothesis about the possibility of reducing the traction resistance by optimizing the design parameters of the bridge of the support wheels of the trailed cabbage harvester UKM-2A. The results of studies aimed at studying the influence of the design parameters of the support bridge of the UKM-2A cabbage harvester on its traction resistance, make it possible to recommend the installation of tires on the support wheel axle by replacing the complete wheels. In this case, energy consumption will decrease when harvesting cabbage due to a decrease in traction resistance.

**Key words:** harvesting, cabbage, trailed cabbage harvester, turning moment, support wheel bridge.

### References

1. Avtorskoe svidetel'stvo № 1496692 SSSR, MKI4 A01D 45/26. Sel'skohozyajstvennaya mashina, preimushchestvenno kapustoborochnaya: № 4234651; zayavl: 23.04.1987; opubl.: 30.07.1989 / V. V. Belov, N. N. Romanovskij, V. N. Kotrohov [i dr.]. – 4 s.
2. Belov, V. V. Parametry sistemy kopirovaniya rel'efa polya, povyshayushchie effektivnost' kapustoborochnoj mashiny: dissertatsiya na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk / V. V. Belov. – Leningrad – Pushkin, 1989. – 220 s.
3. Gorodkov, V. P. Tendencii razvitiya konstrukcij mashin dlya uborki kochannoj kapusty (otechestvennyj i zarubezhnyj opyt): obzor / V. P. Gorodkov, N. V. Romanovskij, V. D. Hvastov. – Moskva: CNIITEI Traktorsel'hozmash, 1982. – 26 s.
4. Didenko, N. F. Mashiny dlya uborki ovoshchej / N. F. Didenko. – Moskva: Mashinostroenie, 1984. – 320 s.
5. Optimizatsiya parametrov mekhanizma podveski kapustoborochnoj mashiny UKM-2A / V. V. Belov, V. S. Pavlov, N. K. Kirillov, A. V. Stepanova // Izvestiya Mezhdunarodnoj akademii agrarnogo obrazovaniya. – 2019. – № 47. – S. 13-16.
6. Romanovskij, N. V. Povyshenie effektivnosti kapustoborochnoj mashiny / N. V. Romanovskij, V. V. Belov // Nechernozem'e. – 1988. – № 9. – S. 41.
7. Spravochnik po industrial'nym tekhnologiyam proizvodstva ovoshchej / YA. E. Rudenko, L. S. Zemlyavov. – Moskva: Agropromizdat, 1986. – 288 s.
8. Tekhnologiya promyshlennogo proizvodstva kapusty belokochannoj (rekommendacii). – Moskva: Rossel'hozizdat, 1985. – 40 s.
9. Tihonov, N. I. Analiz sostoyaniya mekhanizatsii uborki kapusty / N. I. Tihonov // Vestnik sel'skohozyajstvennoj nauki. – 1986. – № 6. – S.134-137.

### Information about authors

1. **Belov Valery Vasilievich**, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Mechanization, Electrification and Automation of Agricultural Production, Chuvash State Agrarian University, 428003, Cheboksary, st. K. Marx, 29; e-mail: belovdtn@gmail.com, tel. 8-953-015-64-12;
2. **Belov Evgeniy Leonidovich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Mechanization, Electrification and Automation of Agricultural Production, Chuvash State Agrarian University, 428003, Cheboksary, st. K. Marx, 29; e-mail: belovevg2008@yandex.ru, tel. 8-927-853-36-28;
3. **Mardariy Sergey Nikolaevich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Mechanization, Electrification and Automation of Agricultural Production, Chuvash State Agrarian University, 428003, Cheboksary, st. K. Marx, 29; e-mail: s-mard@mail.ru, tel. 8-927-841-12-22;
4. **Belov Sergey Valerievich**, engineer, Ernst & Young LLC, 115035, Moscow, Sadovnicheskaya embankment, 77.