

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ МАШИНЫ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ ТОПИНАМБУРА

Бородин А.Н.

В работе представлен анализ работы рабочих органов для уборки зеленой массы топинамбура. В ходе анализа работы машины установлен следующий недостаток – наматывание зеленой массы топинамбура на валы рабочих органов машины. Предложено усовершенствовать рабочие органы машины установкой срезающих дисков на валы, с целью предотвращения наматывания зеленой массы на рабочие органы и повышения общего качества уборки.

Ключевые слова: зеленая масса топинамбура, удаление, ножевой рабочий орган, способ.

Введение

Основным условием повышения продовольственной безопасности и получения высококачественной продукции растениеводства является создание высокопроизводительных машин [3, 7, 8, 11, 12, 23], что позволяет качественно в короткие сроки подготовиться к уборочной кампании и уборке топинамбура.

Топинамбур используют в основном на корм животным [6, 17, 26, 27]. Это самый ранний корм для свиней. В одном центнере клубней содержится 20...27 кормовых единиц и 1,5 кг перевариваемого протеина [4].

Зелёную массу собирают в конце сентября или в начале октября силосоуборочным комбайном или косилкой с подборщиком. Когда топинамбур используют 2-3 года только в качестве зелёной массы, сенажа, силоса или муки, стебли срезают дважды – первый раз при высоте растений 80–100 см на 6–10 см выше нижней пары листьев, из пазух которых снова отрастают стебли, а второй – с конца сентября до середины октября в зависимости от климатических условий.

Зеленая масса топинамбура в одном центнере содержит 22 кормовых единицы и 1,8 кг протеина, богата витаминами, ценными солями кальция, железа и фосфора. Стебли и листья топинамбура хорошо силосуются. Зелёная масса топинамбура – отличная основа для производства комбикорма.

Использование клубней топинамбура в качестве корма приводит к увеличению продуктивности молока свиноматок, значительно возрастает выход молока коров и его жирность [5]. При кормлении кур повышается яйценоскость. Топинамбуром кормят также овец, коз и кроликов.

Перед началом уборки высота надземной части топинамбура, при соблюдении соответствующей агротехники в летний период, достигает высоты 3,5 – 4,5 метра. У сельхозпроизводителя нет в распоряжении соответствующей техники для уборки высокоурожайного и массивного урожая [28].

В работе обсуждается проблема уборки зеле-

ной массы топинамбура без травмирования клубней. Клубневая система топинамбура сильно отличается от других клубнеплодов.

Цель работы – разработка конструкции рабочего органа позволяющего повысить эффективность удаления зеленой массы топинамбура.

Объекты и методы исследований

В качестве объекта исследований был взят рабочий орган ботвоудаляющей машины. Ботвоудаляющая машина состоит из рамы с устройством для присоединения к трактору и рабочих органов с вертикальной осью вращения, закрытых сверху кожухом, имеющим ботвоотводящее окно. Рама имеет четыре стойки с механизмом механического регулирования высоты скашивания, опирающиеся на пневматические колеса [2, 9, 10, 24, 25, 30, 31, 33].

Рабочие органы состоят из двух кронштейнов крепления, установленных попарно напротив друг друга, на которых закреплены ножи [1, 15, 20–22, 32, 35]. Привод рабочих органов осуществляется от ВОМ энергетического средства посредством механизма привода, редуктора и ременных передач. Агрегатируется обрезчик с тракторами МТЗ-80/82.

Результаты и их обсуждение

Для удаления зеленой массы топинамбура нами предлагается использовать ботвоудаляющую машину [13, 14, 16, 18, 19, 29, 34]. Однако при срезании зеленой массы появляется проблема – наматывание листостебельной массы растений на валы рабочих органов.

Для решения этой проблемы предлагается следующая конструкция рабочих органов (рис. 2).

Так как на валы рабочих органов установлены срезающие диски наматывание на рабочие органы происходит в меньшей степени и данные диски позволяют отсекать излишне наматывающуюся растительность.

Модернизированный рабочий орган машины будет работать следующим образом.

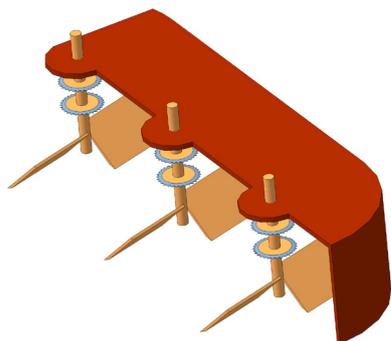


Рис. 1. Модернизация рабочих органов машины для удаления зеленой массы топинамбура

При вращении рабочих органов машины, ножи срезают зеленую массу топинамбура, измельчают ее. Элементы ножей, находящиеся на различных расстояниях от вала, вращаются с неодинаковыми скоростями. Вследствие этого ножи с постоянной

шириной и углом наклона создают центробежную силу. Она приводит к радиальным перемещениям срезанной зеленой массы в полости ножей и отвода срезанной массы в междурядье.

Срезающие диски при высокой ботве помогают ножам срезать верхние части ботвы, а если происходит наматывание ботвы, то помогают обрезать растения, не позволяя наматываться ботве выше расположенных дисков.

Выводы

В ходе анализа работы ботвоудаляющей машины на уборке зеленой массы топинамбура установлен следующий недостаток – наматывание зеленой массы топинамбура на валы рабочих органов машины. Была предложена модернизация рабочих органов машины установкой срезающих дисков на валы, с целью предотвращения наматывания ботвы на рабочие органы и повышения качества удаления зеленой массы. Разработанная конструкция рабочего органа позволит повысить эффективность удаления зеленой массы топинамбура.

Список литературы

- [1] Анализ процесса движения воздуха внутри кожуха ботвоудаляющего рабочего органа с обоснованием оптимального угла наклона ножей / Д.И. Фролов, А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Д.Е. Каширин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2015. № 4 (28). С. 67–72.
- [2] Ботвоудаляющая машина : пат. 2339208 Российская Федерация : МПК А 01 D 23/02 / Н.П. Ларюшин, С.А. Сущёв, Д.И. Фролов, А.М. Ларюшин ; 2007109990/12 ; заявл. 19.3.2007 ; опубл. 27.11.2008, Бюл. №33. 8 с.
- [3] Волков А.А., Фролов Д.И., Ларюшин А.М. Разработка рабочего органа для удаления листьев лука и сорняков // Современные аспекты развития АПК: Сборник материалов 51-й научной конференции инженерного факультета Пензенской ГСХА. Пенза: РИО ПГСХА, 2006. С. 178–179.
- [4] Коновалов В.В., Курочкин А.А., Фролов Д.И. Методология проектирования смесителей-увлажнителей сыпучих пищевых продуктов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2014. № 6 (22). С. 189–196.
- [5] Курочкин А.А., Фролов Д.И. Моделирование пневмосистемы устройств для массажа вымени нетелей однокамерного типа // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. № 4. С. 36–43.
- [6] Курочкин А.А., Фролов Д.И. Технология производства кормов на основе термо-вакуумной обработки отходов с/х производства // Инновационная техника и технология. 2014. № 4 (01). С. 36–40.
- [7] Ларюшин А.М., Ларюшин Н.П., Фролов Д.И. Совершенствование технологии уборки лука // Труды международного форума по проблемам науки, техники и образования. М.: Академия наук о Земле, 2007. С. 17–18.
- [8] Ларюшин А.М., Фролов Д.И. Расчет действия аэродинамических сил на листостебельную массу при уборке лука // Энергосберегающие технологии в АПК: Сборник статей II Всероссийской научно-практической конференции. Пенза: РИО ПГСХА, 2007. С. 35–38.
- [9] Ларюшин Н.П., Ларюшин А.М., Фролов Д.И. Обоснование конструктивно-режимных параметров ботвоудаляющего устройства при лабораторных исследованиях // Нива Поволжья. 2008. № 2 (7). С. 46–51.
- [10] Ларюшин Н.П., Ларюшин А.М., Фролов Д.И. Оптимальные параметры ботвоудаляющего рабочего органа обрезчика листостебельной массы // Тракторы и сельхозмашины. 2010. № 2. С. 15–17.
- [11] Ларюшин Н.П., Ларюшин А.М., Фролов Д.И. Уборка без задержек // Сельский механизатор. 2007. № 7. С. 48–49.

- [12] Ларюшин Н.П., Ларюшин А.М., Фролов Д.И. Устройство для удаления листостебельной массы на посевах лука // Наука и образование – сельскому хозяйству: Сборник материалов науч.-практ. конференции, посв. 55-летию Пензенской ГСХА. Пенза: РИО ПГСХА, 2006. С. 247–248.
- [13] Моделирование работы ботвоудаляющей машины с анализом потоков воздуха внутри ее кожуха / Д.И. Фролов, А.А. Курочкин, О.Н. Кухарев, Н.П. Ларюшин // Нива Поволжья. 2016. № 3 (40). С. 105–111.
- [14] Фролов Д.И. Анализ моделирования потоков воздуха внутри кожуха ботвоудаляющей машины // Инновационная техника и технология. 2016. № 2 (07). С. 34–40.
- [15] Фролов Д.И. Анализ работы ботвоудаляющего рабочего органа с оптимизацией воздушного потока внутри кожуха // Инновационная техника и технология. 2014. № 4 (01). С. 30–35.
- [16] Фролов Д.И., Курочкин А.А. Анализ рабочего органа машины с применением современной системы автоматизации инженерных расчётов // Информационные технологии в экономических и технических задачах: Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. Пенза, 2016. С. 314–316.
- [17] Фролов Д.И., Курочкин А.А. К вопросу совершенствования экструзионных технологий // Инновационная техника и технология. 2015. № 2 (03). С. 18–23.
- [18] Фролов Д.И., Курочкин А.А. Нелинейное оценивание динамических нагрузок модели ботвоудаляющего рабочего органа // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2016. № 2 (18). С. 299–305.
- [19] Фролов Д.И., Курочкин А.А. Прочностной анализ модели рабочего органа при влиянии на него центробежной силы // Инновационная техника и технология. 2015. № 2 (03). С. 34–39.
- [20] Фролов Д.И., Курочкин А.А., Шабурова Г.В. Моделирование процесса удаления ботвы лука рабочим органом ботвоудаляющей машины // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 3. С. 29–33.
- [21] Фролов Д.И., Курочкин А.А., Шабурова Г.В. Обоснование оптимальной частоты вращения рабочего органа ботвоудаляющей машины // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 3. С. 18–23.
- [22] Фролов Д.И., Курочкин А.А., Шабурова Г.В. Определение оптимальных параметров ботвоудаляющей машины на посевах лука // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 1 (29). С. 120–126.
- [23] Фролов Д.И., Ларюшин А.М., Ларюшин Н.П. Обоснование устройства для удаления ботво-травяной массы // Инновационные технологии в сельском хозяйстве: Сборник материалов межрегиональной научно-практической конференции молодых ученых. Пенза: РИО ПГСХА, 2006. С. 71–72.
- [24] Фролов Д.И., Ларюшин А.М. Результаты лабораторно-полевых исследований машины для удаления листостебельной массы перед уборкой лука // Актуальные проблемы агропромышленного комплекса: Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Ульяновск: ГСХА, 2008. С. 197–200.
- [25] Фролов Д.И., Ларюшин Н.П., Ларюшин А.М. Результаты лабораторных исследований ботвоудаляющего устройства // Инновации молодых ученых агропромышленному комплексу: Сборник материалов научно-практической конференции молодых ученых. Пенза: РИО ПГСХА, 2007. С. 112–114.
- [26] Фролов Д.И., Никишин В.А. Повышение питательности экструдированных кормов для животных // Научные труды Sworld. 2014. Т. 7. № 4. С. 98–101.
- [27] Фролов Д.И. Оптимизация смесей с сбалансированным биохимическим составом и возможностями для их экструзии // Инновационная техника и технология. 2016. № 3 (08). С. 18–26.
- [28] Фролов Д.И. Применение модернизированной ботвоудаляющей машины для скашивания люцерны // Инновационная техника и технология. 2015. № 1 (02). С. 45–49.
- [29] Фролов Д.И., Пчелинцева О.Н. Теоретическое обоснование скорости вращения ножей режущего аппарата ботвоудаляющей машины // Инновационная техника и технология. 2015. № 1 (02). С. 50–53.
- [30] Фролов Д.И. Разработка обрезчика ботвы лука и сорных растений с обоснованием конструктивных и режимных параметров : автореф. дис. ...канд. техн. наук: 05.20.01. Пенза: ПГСХА, 2008. 18 с.
- [31] Фролов Д.И. Разработка обрезчика ботвы лука и сорных растений с обоснованием конструктивных и режимных параметров : дис. ...канд. техн. наук: 05.20.01. Пенза: ПГСХА, 2008. 153 с.
- [32] Фролов Д.И., Сурков С.В. Расчет частоты вращения рабочего органа ботвоудаляющего устройства с учетом аэродинамических сил // Пищевая промышленность и агропромышленный комплекс: Достижения, проблемы, перспективы: Сборник статей VI Международной научно-практической конференции. Пенза: Приволжский Дом знаний, 2012. С. 87–89.
- [33] Фролов Д.И. Теоретическое обоснование скорости бесподпорного среза листостебельной массы при уборке лука // Инновации молодых ученых агропромышленному комплексу: Сборник материалов научно-практической конференции молодых ученых. Пенза: РИО ПГСХА, 2007. С. 112.

- [34] Фролов Д.И., Фудин К.П. Влияние конвективной сушки и температурного режима на содержание химических веществ в репчатом луке // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2016. № 1 (29). С. 84–89.
- [35] Фролов Д.И., Чекайкин С.В. Обоснование рациональных параметров ботвоудаляющей машины на посевах лука // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2014. № 6 (22). С. 158–161.

IMPROVEMENT OF THE DESIGN OF THE MACHINE FOR REMOVING THE ARTICHOKE GREEN MASS

Borodin A.N.

The paper presents the analysis of work of the working bodies for harvesting of green mass of artichoke. The analysis of the work vehicle has the following drawback is the winding green mass of the artichoke to the shafts of the working bodies of the machine. It was suggested to improve the working parts of the machine installing the cutting discs on the shafts, to prevent the winding of the green mass on the working bodies and improve the overall quality of cleaning.

Keywords: artichoke green mass, removal, stab actuator, method.

References

- [1] Analiz protsessa dvizheniya vozdukha vnutri kozhukha botvoudalyayushchego rabocheho organa s obosnovaniem optimal'nogo ugla naklona nozhei / D.I. Frolov, A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.E. Kashirin // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva. 2015. № 4 (28). S. 67–72.
- [2] Botvoudalyayushchaya mashina : pat. 2339208 Rossiiskaya Federatsiya : MPK A 01 D 23/02 / N.P. Laryushin, S.A. Sushchev, D.I. Frolov, A.M. Laryushin ; 2007109990/12 ; zayavl. 19.3.2007 ; opubl. 27.11.2008, Byul. №33. 8 s.
- [3] Volkov A.A., Frolov D.I., Laryushin A.M. Razrabotka rabocheho organa dlya udaleniya list'ev luka i sornyakov // Sovremennye aspekty razvitiya APK: Sbornik materialov 51-i nauchnoi konferentsii inzhenernogo fakul'teta Penzenskoi GSKhA. Penza: RIO PGSKhA, 2006. S. 178–179.
- [4] Konovalov V.V., Kurochkin A.A., Frolov D.I. Metodologiya proektirovaniya smesitelei-uvlazhnitelei sypuchikh pishchevykh produktov // XXI vek: itogi proshlogo i problemy nastoyashchego plyus. 2014. № 6 (22). S. 189–196.
- [5] Kurochkin A.A., Frolov D.I. Modelirovanie pnevmosistemy ustroistv dlya massazha vymeni netelei odnokamernogo tipa // Izvestiya Samarskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii. 2016. № 4. S. 36–43.
- [6] Kurochkin A.A., Frolov D.I. Tekhnologiya proizvodstva kormov na osnove termo-vakuumnoi obrabotki otkhodov s/kh proizvodstva // Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya. 2014. № 4 (01). S. 36–40.
- [7] Laryushin A.M., Laryushin N.P., Frolov D.I. Sovershenstvovanie tekhnologii uborki luka // Trudy mezhdunarodnogo foruma po problemam nauki, tekhniki i obrazovaniya. M.: Akademiya nauk o Zemle, 2007. S. 17–18.
- [8] Laryushin A.M., Frolov D.I. Raschet deistviya aerodinamicheskikh sil na listostebel'nyu massu pri uborke luka // Energoberegayushchie tekhnologii v APK: Sbornik statei II Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. Penza: RIO PGSKhA, 2007. S. 35–38.
- [9] Laryushin N.P., Laryushin A.M., Frolov D.I. Obosnovanie konstruktivno-rezhimnykh parametrov botvoudalyayushchego ustroistva pri laboratornykh issledovaniyakh // Niva Povolzh'ya. 2008. № 2 (7). S. 46–51.
- [10] Laryushin N.P., Laryushin A.M., Frolov D.I. Optimal'nye parametry botvoudalyayushchego rabocheho organa obrezhchika listostebel'noi massy // Traktory i sel'khoz mashiny. 2010. № 2. S. 15–17.
- [11] Laryushin N.P., Laryushin A.M., Frolov D.I. Uborka bez zaderzhek // Sel'skii mekhanizator. 2007. № 7. S. 48–49.
- [12] Laryushin N.P., Laryushin A.M., Frolov D.I. Ustroistvo dlya udaleniya listostebel'noi massy na posevakh luka // Nauka i obrazovanie – sel'skomu khozyaistvu: Sbornik materialov nauch.-prakt. konferentsii, posv. 55-letiyu Penzenskoi GSKhA. Penza: RIO PGSKhA, 2006. S. 247–248.
- [13] Modelirovanie raboty botvoudalyayushchei mashiny s analizom potokov vozdukha vnutri ee kozhukha / D.I. Frolov, A.A. Kurochkin, O.N. Kukharev, N.P. Laryushin // Niva Povolzh'ya. 2016. № 3 (40). S. 105–111.
- [14] Frolov D.I. Analiz modelirovaniya potokov vozdukha vnutri kozhukha botvoudalyayushchei mashiny // Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya. 2016. № 2 (07). S. 34–40.

- [15] Frolov D.I. Analiz raboty botvoudalyayushchego rabocheho organa s optimizatsiei vozdušnogo potoka vnutri kozhukha // *Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya*. 2014. № 4 (01). S. 30–35.
- [16] Frolov D.I., Kurochkin A.A. Analiz rabocheho organa mashiny s primeneniem sovremennoi sistemy avtomatizatsii inzhenernykh raschetov // *Informatsionnye tekhnologii v ekonomicheskikh i tekhnicheskikh zadachakh: Sbornik nauchnykh trudov Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*. Penza, 2016. S. 314–316.
- [17] Frolov D.I., Kurochkin A.A. K voprosu sovershenstvovaniya ekstruzionnykh tekhnologii // *Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya*. 2015. № 2 (03). S. 18–23.
- [18] Frolov D.I., Kurochkin A.A. Nelineinoe otsenivanie dinamicheskikh nagruzok modeli botvoudalyayushchego rabocheho organa // *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve*. 2016. № 2 (18). S. 299–305.
- [19] Frolov D.I., Kurochkin A.A. Prochnostnoi analiz modeli rabocheho organa pri vliyani na nego tsentrobezhnoi sily // *Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya*. 2015. № 2 (03). S. 34–39.
- [20] Frolov D.I., Kurochkin A.A., Shaburova G.V. Modelirovanie protsessa udaleniya botvy luka rabochim organom botvoudalyayushchei mashiny // *Izvestiya Samarskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*. 2014. № 3. S. 29–33.
- [21] Frolov D.I., Kurochkin A.A., Shaburova G.V. Obosnovanie optimal'noi chastoty vrashcheniya rabocheho organa botvoudalyayushchei mashiny // *Izvestiya Samarskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*. 2013. № 3. S. 18–23.
- [22] Frolov D.I., Kurochkin A.A., Shaburova G.V. Opredelenie optimal'nykh parametrov botvoudalyayushchei mashiny na posevakh luka // *Vestnik Ul'yanovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*. 2015. № 1 (29). S. 120–126.
- [23] Frolov D.I., Laryushin A.M., Laryushin N.P. Obosnovanie ustroystva dlya udaleniya botvo-travyanoi massy // *Innovatsionnye tekhnologii v sel'skom khozyaistve: Sbornik materialov mezhregional'noi nauchno-prakticheskoi konferentsii molodykh uchenykh*. Penza: RIO PGSKhA, 2006. S. 71–72.
- [24] Frolov D.I., Laryushin A.M. Rezul'taty laboratorno-polevykh issledovaniy mashiny dlya udaleniya listostebel'noi massy pered uborkoi luka // *Aktual'nye problemy agropromyshlennogo kompleksa: Materialy Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*. Ul'yanovsk: GSKhA, 2008. S. 197–200.
- [25] Frolov D.I., Laryushin N.P., Laryushin A.M. Rezul'taty laboratornykh issledovaniy botvoudalyayushchego ustroystva // *Innovatsii molodykh uchenykh agropromyshlennomu kompleksu: Sbornik materialov nauchno-prakticheskoi konferentsii molodykh uchenykh*. Penza: RIO PGSKhA, 2007. S. 112–114.
- [26] Frolov D.I., Nikishin V.A. Povyshenie pitatel'nosti ekstrudiruemykh kormov dlya zhivotnykh // *Nauchnye trudy Sworld*. 2014. T. 7. № 4. S. 98–101.
- [27] Frolov D.I. Optimizatsiya smesei s sbalansirovannym biokhimicheskim sostavom i vozmozhnostyami dlya ikh ekstruzii // *Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya*. 2016. № 3 (08). S. 18–26.
- [28] Frolov D.I. Primenenie modernizirovannoi botvoudalyayushchei mashiny dlya skashivani lyutserny // *Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya*. 2015. № 1 (02). S. 45–49.
- [29] Frolov D.I., Pchelintseva O.N. Teoreticheskoe obosnovanie skorosti vrashcheniya nozhei rezhushchego apparata botvoudalyayushchei mashiny // *Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya*. 2015. № 1 (02). S. 50–53.
- [30] Frolov D.I. Razrabotka obrezhika botvy luka i sornykh rastenii s obosnovaniem konstruktivnykh i rezhimnykh parametrov : avtoref. dis. ...kand. tekhn. nauk: 05.20.01. Penza: PGSKhA, 2008. 18 s.
- [31] Frolov D.I. Razrabotka obrezhika botvy luka i sornykh rastenii s obosnovaniem konstruktivnykh i rezhimnykh parametrov : dis. ...kand. tekhn. nauk: 05.20.01. Penza: PGSKhA, 2008. 153 s.
- [32] Frolov D.I., Surkov S.V. Raschet chastoty vrashcheniya rabocheho organa botvoudalyayushchego ustroystva s uchetom aerodinamicheskikh sil // *Pishchevaya promyshlennost' i agropromyshlenniye kompleksy: Dostizheniya, problemy, perspektivy: Sbornik statei VI Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*. Penza: Privolzhskii Dom znaniy, 2012. S. 87–89.
- [33] Frolov D.I. Teoreticheskoe obosnovanie skorosti bespodpornogo sreza listostebel'noi massy pri uborke luka // *Innovatsii molodykh uchenykh agropromyshlennomu kompleksu: Sbornik materialov nauchno-prakticheskoi konferentsii molodykh uchenykh*. Penza: RIO PGSKhA, 2007. S. 112.
- [34] Frolov D.I., Fudin K.P. Vliyanie konvektivnoi sushki i temperaturnogo rezhima na sodержanie khimicheskikh veshchestv v repchatom luke // *XXI vek: itogi proshlogo i problemy nastoyashchego plyus*. 2016. № 1 (29). S. 84–89.
- [35] Frolov D.I., Chekaikin S.V. Obosnovanie ratsional'nykh parametrov botvoudalyayushchei mashiny na posevakh luka // *XXI vek: itogi proshlogo i problemy nastoyashchego plyus*. 2014. № 6 (22). S. 158–161.