УДК 621.9.06

НАПРАВЛЕНИЯ РАЗРАБОТКИ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ И НАДЕЖНЫХ БУНКЕРНЫХ ЗАГРУЗОЧНО-ОРИЕНТИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ АСИММЕТРИЧНЫХ ЗАГОТОВОК

© 2026 А.Л. Бахно[1], А.Е. Богодяж[2], С.А. Васин[2], Е.В. Пантюхина[2]

[1] ПАО «Императорский Тульский оружейный завод», г. Тула, Россия
[2] Тульский государственный университет, г. Тула, Россия

Статья поступила в редакцию 05.09.2026

В статье представлены наиболее существенные направления разработки механических дисковых бункерных загрузочно-ориентирующих устройств карманчикового типа, обладающих высокой производительностью и требуемой надежностью при автоматической загрузке штучных асимметричных заготовок формы тел вращения. Описаны этапы теоретических исследований, которые необходимо провести при повешении эффективности функционирования бункерных загрузочно-ориентирующих устройств в рамках каждого из представленных направлений. Основой представленной траектории разработки эффективной по критериям производительности и надежности конструкции устройства является подробный анализ на ранних этапах проектирования всех возможных к реализации способов захвата и ориентирования, построения математических моделей вероятности благоприятного захвата для каждого случая и выбор наиболее эффективного из них. Описанные в работе этапы составляют основу методики проектирования бункерных загрузочно-ориентирующих устройств и позволят обеспечить максимально возможные показатели их эффективной работы при загрузке широкой номенклатуры асимметричных заготовок.
Ключевые слова: повышение производительности загрузки, бункерное загрузочно-ориентирующее устройство, ориентирование штучных заготовок.

DOI: 10.37313/1990-5378-2026-28-4-106-111
EDN: GMOKBE

ВВЕДЕНИЕ

В условиях современного производства возникают задачи повышения производительности технологического оборудования при обеспечении надежности его функционирования. В массовых производствах очень часто возникают задачи автоматической загрузки к оборудованию, в том числе роторного типа, штучных асимметричных заготовок в ориентированном упорядоченном положении, потому что заготовки находятся в разрозненном скученном виде после осуществления некоторых типов технологических операций (например, вырубка, штамповка, двухстороннее полугорячее выдавливание, вытяжка).

Устройством, которое осуществляет ориентирование различных по форме и размерам небольших заготовок (укупорочные элементы, заготовки патронного и других видов производств, готовые изделия), является бункерное загрузочно-ориентирующее устройство (БЗУ). При проектировании таких устройств решается целый комплекс задач, обусловленных вероятностным принципом их работы и особенностью конструирования органов захвата и ориентирования [1]. Повышение вероятности захвата заготовок способствует повышению производительности БЗУ, однако конструктивные изменения органов захвата и ориентирования, приводящие к увеличению вероятности захвата и производительности, могут существенно нарушить стабильность функционирования БЗУ, снизить надежность его работы, когда из БЗУ будут выдаваться неориентированные заготовки. Поэтому при проектировании БЗУ нельзя решать задачи только по повышению производительности БЗУ без учета соблюдения условий надежной и стабильной его работы, что обеспечивается конструкцией органов захвата и ориентирования [2]. В основе методики проектирования должны быть теоретические исследования, базирующееся, как на построении и анализе математических моделей вероятности захвата, так и разработке диапазонов допустимых параметров органов захвата и ориентирования асимметричных заготовок в БЗУ, и позволяющие во взаимосвязи сопоставить параметры загружаемых заготовок и БЗУ [3]. Это позволит определить целесообразность, как модернизации БЗУ для

Бахно Александр Львович, кандидат технических наук, первый заместитель генерального директора. E-mail: Bahno.al@tulatoz.ru
Богодяж Артем Евгеньевич, соискатель. E-mail: angry@narod.ru
Васин Сергей Александрович, доктор технических наук, профессор, профессор-консультант кафедры «Технология машиностроения». E-mail: vasin_sa53@mail.ru
Пантюхина Елена Викторовна, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Промышленная автоматика и робототехника». E-mail: e.v.pant@mail.ru

конкретных заготовок в целом (например, переход с пассивных способов ориентирования на активные), так и изменения в конструкции конкретных рабочих органов БЗУ.

НАПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОЙ КОНСТРУКЦИИ БУНКЕРНОГО ЗАГРУЗОЧНО-ОРИЕНТИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВ, РЕАЛИЗУЕМЫЕ В РАМКАХ ТЕОРЕТИЧЕСКИЗХ ИССЛЕДОВАНИЙ

При разработке оптимальной по всем параметрам конструкции БЗУ необходимо последовательно осуществить следующую исследовательскую работу по пяти основным направлениям, что в совокупности позволит достигнуть поставленной в работе цели по повышению производительности БЗУ для полых по торцам асимметричных заготовок.

Основные направления траектории разработки оптимального БЗУ представлены на рис. 1.

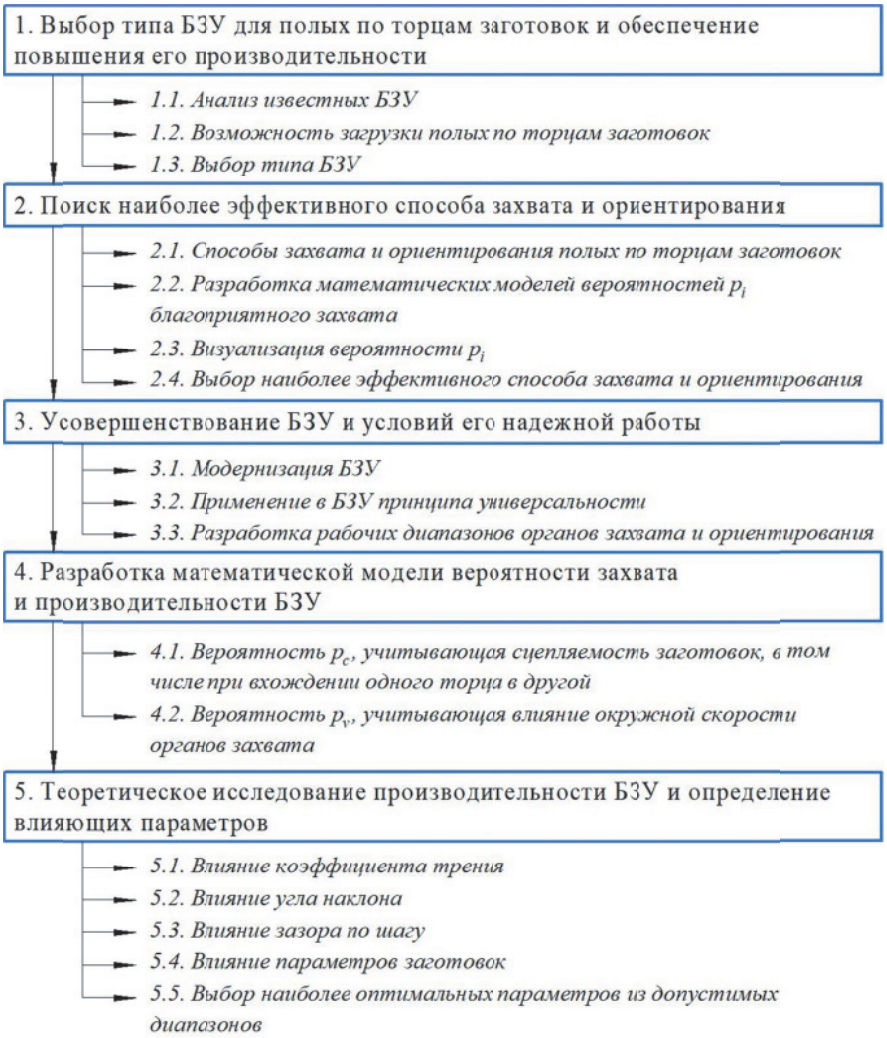

Рис. 1. Траектория разработки эффективной по критериям производительности и надежности конструкции БЗУ для асимметричных заготовок

На первом этапе основными направлениями исследования является следующее. Сначала выбирается тип БЗУ для требуемых для автоматической загрузки заготовок, при котором производительность устройства будет наиболее высокой. Так как одним БЗУ возможно загружать заготовки только одного типа, формы и определенного диапазона соотношений длины (высоты) и наибольшего диаметра, то необходимо проанализировать известные БЗУ и выявить, по какому принципу они работают, какие способы захвата и ориентирования в них реализованы для конкретной заготовки. При этом рассматриваются как традиционные БЗУ, используемые в прошлом веке, так и новые, усовершенствованные в последние десятилетия устройства [4 – 8].

После анализа всех существующих БЗУ нужно рассмотреть возможность автоматической загрузки ими рассматриваемых заготовок, проанализировать возможные проблемы и на основе анализа исключить сразу из рассматриваемых для возможной загрузки те БЗУ, которые не соответствуют требуемым критериям надежности и производительности [9].

Выбор типа БЗУ, например для полых по торцам заготовок, должен основываться на результатах проведенного анализа с учетом всех возможных проблем и путей их устранения, например, путем модернизации конструкции органов захвата и ориентирования с возможностью как перехода с пассивных способов ориентирования на активные, так и применение мер для применения БЗУ одновременно для нескольких типов, форм и размеров заготовок, то есть переход с уникальности БЗУ на универсальность [10]. Из всех типов БЗУ наиболее благоприятен для рассматриваемых заготовок БЗУ карманчикового типа, в котором органы захвата (карманы) расположены на вращающемся диске.

Вторым направлением исследования является поиск наиболее эффективного способа захвата и ориентирования полых по торцам заготовок в БЗУ. Традиционно считается, например, что для длинных заготовок наиболее благоприятно тангенциальное расположение карманов в БЗУ, а не зависимо от соотношения длины (высоты) и диаметра всегда целесообразен активный способ ориентирования. Некоторые исследования показали, что это не всегда так. Например, если перейти с активного способа ориентирования на пассивное, но при этом увеличить размеры кармана, то потери производительности будет минимальными, то есть пассивное ориентирование практически обеспечит те же значения производительности БЗУ, что и активное [11 – 13].

Сначала необходимо рассмотреть все возможные способы захвата и ориентирования, которые существуют и могут быть применены для рассматриваемого типа заготовок. Было выявлено, что захват радиальными карманами на вращающемся диске возможен в положении стоя и в положении лежа, а тангенциальными – только в положении лежа. Ориентирование и при одном, и при другом способах захвата может быть как активным, так и пассивным [4, 5]. Таким образом, было выявлено 5 возможных случаев. Для каждого из пяти случаев (разные способы захвата и ориентирования) для рассматриваемых заготовок необходимо разработать математические модели вероятности p_i, описывающий благоприятный вариант захвата заготовок из всех возможных, учитывая способ ориентирования.

Наиболее эффективным инструментом анализа разработанных математических моделей является их графическая визуализация, позволяющая определить наиболее эффективный из пяти случаев вариант конструкторских решений по захвату и ориентированию в БЗУ.

Выбранный способ захвата и ориентирования должен быть реализован в БЗУ для рассматриваемых заготовок при его модернизации.

Третьим направлением является усовершенствование БЗУ и определение условий его надежной и стабильной работы.

При модернизации БЗУ необходимо реализовать выбранный в рамках предыдущего направления способ захвата и ориентирования и обеспечить возможность регулировки органов захвата и ориентирования под разные типоразмеры заготовок, сделав БЗУ универсальным.

Когда определен конструктив БЗУ, необходимо определить диапазоны тех параметров органов захвата и ориентирования, которые влияют на надежность работы БЗУ при загрузке полых по торцам заготовок. Это позволит обеспечить надежную работу БЗУ [14, 15].

Эти параметры должны быть учтены в дальнейшем при построении и теоретическом исследовании математических моделей вероятности захвата и производительности, то есть при визуализации должны быть исследованы лишь те диапазоны параметров БЗУ, которые укладываются в полученные на данном направлении исследования диапазоны.

Четвертым направлением исследования является разработка математических моделей вероятности захвата и производительности модернизированного БЗУ для различных типов полых по торцам асимметричных заготовок. При этом необходимо получить математическое описание вероятности p_c для учета сцепляемости заготовок, в том числе тех, у которых один из торцов может войти в другой, и вероятность p_U, позволяющей описать влияние окружной скорости карманов на захват путем описания ее предельного значения через размеры кармана и параметры заготовок, полых по торцам. Для этих целей используется ранее предложенная методология [16, 17], которая постоянно усовершенствуется под новые типы заготовок.

Пятым направлением является теоретическое исследование производительности БЗУ во взаимосвязи с теми параметрами, которые можно при проектировании и при эксплуатации БЗУ скорректировать. Наиболее влияющими параметрами на процесс захвата заготовок, как правило, является коэффициент трения, угол наклона бункера, геометрия органов захвата (например, зазор по шагу) и заготовок. С помощью визуализации с применением компьютерных программ выявляются наиболее влияющие факторы (параметры) и тем самым обосновывается их выбор при проектировании и эксплуатации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленные в работе направления разработки БЗУ, обладающих высокой производительностью и требуемой надежностью, при автоматической загрузке штучных асимметричных заготовок формы тел вращения и описанные в рамках каждого из представленных направлений этапы теорети-

ческих исследований, которые необходимо провести, позволят обеспечить максимально возможные значения производительности БЗУ при обеспечении требований надежного и стабильного функционирования. Основу представленной методики составляет подробный анализ на ранних этапах проектирования всех возможных к реализации в БЗУ способов захвата и ориентирования нуждающихся в автоматической загрузке асимметричных заготовок, построения математических моделей вероятности благоприятного захвата для каждого случая и выбор наиболее эффективного из них. Разработанные модели во взаимосвязи с параметрами заготовок и БЗУ будут способствовать выбору наиболее оптимальных параметров. Таким образом, описанные в работе этапы должны составить основу методики проектирования любой конструкции БЗУ, что позволит обеспечить максимально возможные показатели их эффективной работы при загрузке широкой номенклатуры асимметричных заготовок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Васин, С.А.* Основные направления проектирования механических дисковых бункерных загрузочных устройств для асимметричных деталей формы тел вращения / С.А. Васин, Е.В. Пантюхина // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения, 2023. – № 1. – С. 8–15.
2. *Васин, С.А.* Разработка конструктивных ограничений на параметры усовершенствованных дисковых бункерных загрузочных устройств для деталей с неявной асимметрией / С.А. Васин, Е.В. Пантюхина // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения, 2023. – № 2. – С. 146–154.
3. *Пантюхина, Е.В.* Факторы, влияющие на производительность механических дисковых бункерных загрузочно-ориентирующих устройств / Е.В. Пантюхина, С.А. Васин, С.Н. Шевченко, А.А. Борисов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2024. – Т. 26. – № 3 (119). – С. 99–104.
4. *Прейс, В.Ф.* Автоматизация загрузки прессов штучными заготовками / В.Ф. Прейс [и др.]; под ред. В.Ф. Прейса. – М.: Машиностроение, 1975. – 280 с.
5. *Малов, А.Н.* Автоматическая загрузка металлорежущих станков / А.Н. Малов. – М.: МАШГИЗ, 1955. – 400 с.
6. *Лукин, С.А.* Автоматическая загрузка штучных заготовок в патронном производстве / С.А. Лукин, С.А. Васин // Сб. тр. 60-й Научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава ТулГУ с всероссийским участием: сборник докладов в 2 ч. / под ред. д-ра техн. наук М.С. Воротилина. – Ч. 2. Тула: Изд-во ТулГУ, 2024. – С. 143–148.
7. *Борисов, А.А.* Механические дисковые бункерные загрузочно-ориентирующие устройства для стержневых ступенчатых заготовок/ А.А. Борисов // В сборнике: Вестник Тульского государственного университета. Автоматизация: проблемы, идеи, решения. Сборник научных трудов Национальной научно-технической конференции с международным участием. – Тула, 2024. – С. 98–102.
8. *Пантюхина, Е.В.* Механические бункерные загрузочные устройства для элементов патронов стрелкового оружия с неявной асимметрией / Е.В. Пантюхина, В.В. Прейс // Инновационные технологии и технические средства специального назначения: тр. XII общероссийской научно-практической конференции: в 3 т. Сер. «Библиотека журнала «Военмех. Вестник БГТУ». – Санкт-Петербург. – 2020. – С.79–85.
9. *Дьякова, Э.В.* Обеспечение основных показателей качества бункерных загрузочных устройств при загрузке деталей с асимметрией по торцам / Э.В. Дьякова, Е.В. Пантюхина, И.В. Пузиков // Автоматизация и энергосбережение в машиностроении, энергетике и на транспорте: Материалы XVII Международной научно-технической конференции, Вологда, 08 декабря 2022 года / Ответственный редактор В.А. Раков. – Вологда: Вологодский государственный университет, 2023. – С. 32–36.
10. *Клентак, А.С.* Технико-экономический анализ автоматической загрузки универсальными дисковыми бункерными загрузочно-ориентирующими устройствами изделий патронного производства / А.С. Клентак, Е.В. Пантюхина, И.В. Пузиков // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 10. – С. 9–13.
11. *Пантюхина, Е.В.* Сравнительный анализ вероятности захвата асимметричных стержневых заготовок в бункерных загрузочно-ориентирующих устройствах с тангенциальными карманами при различных способах ориентирования / Е.В. Пантюхина, А.Л. Бахно, С.А. Васин, А.А. Маликов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2025. – Т. 27. – № 4 (126). – С. 157–163.
12. *Пузиков, И.В.* Влияние способов ориентирования асимметричных изделий на производительность бункерного загрузочного устройства с радиальным расположением органов захвата / И.В. Пузиков, С.А. Васин, А.Л. Бахно // Сборник материалов IX Международной научно-практической конференции 26 – 28 ноября 2025 г., Кемерово: Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева, Кемерово, 2025. – С. 381–384.
13. *Бахно, А.Л.* Результаты сравнительного анализа вероятности захвата асимметричных заготовок и производительности бункерных загрузочных устройств при различных способах захвата и ориентирования / А.Л. Бахно, С.А. Васин, Е.В. Пантюхина // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2026. – Т. 28. – № 1. – С. 150–156.
14. *Пантюхина, Е.В.* Повышение надежности и производительности дисковых бункерных загрузочно-ориентирующих устройств для асимметричных деталей тел вращения / Е.В. Пантюхина, С.А. Васин, С.Н. Шевченко, С.А. Лукин // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2024. – Т. 26. – № 2 (118). – С. 48–54.
15. *Пантюхина, Е.В.* Методология обеспечения качества изделий в форме колпачка, близких к равноразмерным / Е.В. Пантюхина, А.Е. Богодяж, С.А. Васин, А.Л. Бахно // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова, 2025. – Т. 23. – № 4. – С. 147–155.

16. *Васин, С.А.* Методика определения вероятности захвата асимметричных деталей формы тел вращения в дисковых бункерных загрузочно-ориентирующих устройствах / С.А. Васин, Е.В. Пантюхина // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Машиностроение, 2023. – № 3. – С. 64–88.
17. *Пантюхина, Е.В.* Методология комплексного подхода для оценки производительности механических дисковых бункерных загрузочных устройств / Е.В. Пантюхина // Материалы IV Международной научно-технической конференции в г. Омск; науч. ред. П.Д. Балакин. – 2020. – С. 380–388.

DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF HIGH-FEED RATE AND RELIABLE HOPPER FEEDING-ORIENTATION DEVICES FOR ASYMMETRIC BILLETS

© 2026 A.L. Bakhno[1], A.E. Bogodyazh[2], S.A. Vasin[2], E.V. Pantyukhina[2]

[1] PJSC "Imperial Tula Arms Plant", Tula, Russia
[2] Tula State University, Tula, Russia

The article presents the most significant directions of development of mechanical disk hopper feeding-orienting devices of pocket type, which have high feed rate and the required reliability during automatic feeding of single asymmetric blanks of the shape of solids of revolution. Described are the stages of theoretical studies that need to be carried out when hanging the efficiency of the functioning of bunker feeding and orientation devices within each of the presented areas. The basis of the presented development trajectory of a device design that is effective in terms of feed rate and reliability criteria is a detailed analysis at the early stages of designing all possible methods of capture and orientation, building mathematical models of the probability of a favorable capture for each case and choosing the most effective one. The steps described in the paper form the basis of the methodology for designing hopper feeding-orienting devices and will make it possible to ensure the maximum possible indicators of their effective operation when feeding a wide range of asymmetric workpieces.

Keywords: increased feed rate, hopper feeding-orienting device, orientation of piece blanks.

DOI: 10.37313/1990-5378-2026-28-4-106-111
EDN: GMOKBE

REFERENCES

1. *Vasin, S.A.* Osnovny`e napravleniya proektirovaniya mekhanicheskikh diskovy`kh bunkerny`kh zagruzochny`kh ustrojstv dlya asimmetrichny`kh detalej formy` tel vrashheniya / S.A. Vasin, E.V. Pantyukhina // Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshheniya, 2023. – № 1. – pp. 8–15.
2. *Vasin, S.A.* Razrabotka konstruktivny`kh ogranichenij na parametry` usovershenstvovanny`kh diskovy`kh bunkerny`kh zagruzochny`kh ustrojstv dlya detalej s neyavnoj asimmetriej / S.A. Vasin, E.V. Pantyukhina // Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshheniya, 2023. – № 2. – pp. 146–154.
3. *Pantyukhina, E.V.* Faktory`, vliyayushhie na proizvoditel`nost` mekhanicheskikh diskovy`kh bunkerny`kh zagruzochno-orientiruyushhikh ustrojstv / E.V. Pantyukhina, S.A. Vasin, S.N. Shevchenko, A.A. Borisov // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk. 2024. – T. 26. – № 3 (119). – pp. 99–104.
4. *Prejs, V.F.* Avtomatizaciya zagruzki pressov shtuchny`mi zagotovkami / V.F. Prejs [i dr.]; pod red. V.F. Prejsa. – M.: Mashinostroenie, 1975. – 280 p.
5. *Malov, A.N.* Avtomaticheskaya zagruzka metallorezhushhikh stankov / A.N. Malov. – M.: MAShGIZ, 1955. – 400 p.
6. *Lukin, S.A.* Avtomaticheskaya zagruzka shtuchny`kh zagotovok v patronnom proizvodstve / S.A. Lukin, S.A. Vasin // Sb. tr. 60-j Nauchno-prakticheskoj konferencii professorsko-prepodavatel`skogo sostava TulGU s vserossijskim uchastiem: sbornik dokladov v 2 ch. / pod red. d-ra tekhn. nauk M.S. Vorotilina. – Ch. 2. Tula: Izd-vo TulGU, 2024. – pp. 143–148.
7. *Borisov, A.A.* Mekhanicheskie diskovy`e bunkerny`e zagruzochno-orientiruyushhie ustrojstva dlya sterzhnevy`kh stupenchaty`kh zagotovok/ A.A. Borisov // V sbornike: Vestnik Tul`skogo gosudarstvennogo universiteta. Avtomatizaciya: problemy`, idei, resheniya. Sbornik nauchny`kh trudov Nacional`noj nauchno-tekhnicheskoj konferencii s mezhdunarodny`m uchastiem. – Tula, 2024. – pp. 98–102.
8. *Pantyukhina, E.V.* Mekhanicheskie bunkerny`e zagruzochny`e ustrojstva dlya e`lementov patronov strelkovogo oruzhiya s neyavnoj asimmetriej / E.V. Pantyukhina, V.V. Prejs // Innovacionny`e tekhnologii i tekhnicheskie sredstva special`nogo naznacheniya: tr. XII obshherossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii: v 3 t. Ser. «Biblioteka zhurnala «Voenmekh. Vestnik BGTU». – Sankt-Peterburg. – 2020. – pp.79–85.
9. *D`yakova, E`.V.* Obespechenie osnovny`kh pokazatelej kachestva bunkerny`kh zagruzochny`kh ustrojstv pri zagruzke detalej s asimmetriej po torczam / E`.V. D`yakova, E.V. Pantyukhina, I.V. Puzikov // Avtomatizaciya i e`nergosberezhenie v mashinostroenii, e`nergetike i na transporte: Materialy` XVII Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoj konferencii, Vologda, 08 dekabrya 2022 goda / Otvetstvenny`j redaktor V.A. Rakov. – Vologda: Vologodskij gosudarstvenny`j universitet, 2023. – pp. 32–36.
10. *Klentak, A.S.* Tekhniko-e`konomicheskij analiz avtomaticheskoj zagruzki universal`ny`mi diskovy`mi bunkerny`mi zagruzochno-orientiruyushhimi ustrojstvami izdelij patronnogo proizvodstva / A.S. Klentak, E.V. Pantyukhina, I.V.

Puzikov // Izvestiya Tul`skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki. – 2024. – № 10. – pp. 9–13.
11. *Pantyukhina, E.V.* Sravnitel`ny`j analiz veroyatnosti zakhvata asimmetrichny`kh sterzhnevy`kh zagotovok v bunkerny`kh zagruzochno-orientiruyushhikh ustrojstvakh s tangencial`ny`mi karmanami pri razlichny`kh sposobakh orientirovaniya / E.V. Pantyukhina, A.L. Bakhno, S.A. Vasin, A.A. Malikov // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk, 2025. – T. 27. – № 4 (126). – pp. 157–163.
12. *Puzikov, I.V.* Vliyanie sposobov orientirovaniya asimmetrichny`kh izdelij na proizvoditel`nost` bunkernogo zagruzochnogo ustrojstva s radial`ny`m raspolozheniem organov zakhvata / I.V. Puzikov, S.A. Vasin, A.L. Bakhno // Sbornik materialov IX Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii 26 – 28 noyabrya 2025 g., Kemerovo: Kuzbas. gos. texn. un-t im. T. F. Gorbacheva, Kemerovo, 2025. – pp. 381–384.
13. *Bakhno, A.L.* Rezul`taty` sravnitel`nogo analiza veroyatnosti zakhvata asimmetrichny`kh zagotovok i proizvoditel`nosti bunkerny`kh zagruzochny`kh ustrojstv pri razlichny`kh sposobakh zakhvata i orientirovaniya / A.L. Bakhno, S.A. Vasin, E.V. Pantyukhina // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk, 2026. – T. 28. – № 1. – pp. 150–156.
14. *Pantyukhina, E.V.* Povy`shenie nadezhnosti i proizvoditel`nosti diskovy`kh bunkerny`kh zagruzochno-orientiruyushhikh ustrojstv dlya asimmetrichny`kh detalej tel vrashheniya / E.V. Pantyukhina, S.A. Vasin, S.N. Shevchenko, S.A. Lukin // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk, 2024. – T. 26. – № 2 (118). – S. 48–54.
15. *Pantyukhina, E.V.* Metodologiya obespecheniya kachestva izdelij v forme kolpachka, blizkikh k ravnorazmerny`m / E.V. Pantyukhina, A.E. Bogodyazh, S.A. Vasin, A.L. Bakhno // Vestnik Magnitogorskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. G.I. Nosova, 2025. – T. 23. – № 4. – pp. 147–155.
16. *Vasin, S.A.* Metodika opredeleniya veroyatnosti zakhvata asimmetrichny`kh detalej formy` tel vrashheniya v diskovy`kh bunkerny`kh zagruzochno-orientiruyushhikh ustrojstvakh / S.A. Vasin, E.V. Pantyukhina // Vestnik MGTU im. N.E`. Baumana. Ser. Mashinostroenie, 2023. – № 3. – pp. 64–88.
17. *Pantyukhina, E.V.* Metodologiya kompleksnogo podkhoda dlya ocenki proizvoditel`nosti mekhanicheskikh diskovy`kh bunkerny`kh zagruzochny`kh ustrojstv / E.V. Pantyukhina // Materialy` IV Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoj konferencii v g. Omsk; nauch. red. P.D. Balakin. – 2020. – pp. 380–388.

Alexander Bakhno, Candidate of Technical Sciences, First Deputy General Director. E-mail: Bahno.al@tulatoz.ru
Artem Bogodyazh, applicant. E-mail: angry@narod.ru
Sergey Vasin, Doctor of Technical, Professor, Professor-Consultant of the Department of Engineering Technology. E-mail: vasin_sa53@mail.ru
Elena Pantyukhina, Doctor of Technical, Associate Professor, Professor of the Department of Industrial Automation and Robotics. E-mail: e.v.pant@mail.ru