

ПИЩЕВЫЕ СИСТЕМЫ

Научная статья

УДК 665/62-05

DOI: <https://doi.org/10.48612/dalrybvtuz/2023-66-09>

Анализ основных этапов жизненного цикла технических объектов и систем машиностроительного производства

Татьяна Ивановна Ткаченко¹, Александра Игоревна Крикун², Вера Ивановна Максимова³, Вадим Викторович Бахтин⁴

^{1, 2, 3}Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток, Россия

⁴ООО «Дальневосточный инжиниринговый центр «Технопроект», Владивосток, Россия

¹ tkachenko.ti@dgtru.ru, <http://orcid.org/0000-0002-9210-2172>

² krikun.ai@dgtru.ru, <http://orcid.org/0000-0002-9330-2555>

³ maksimova.vi@dgtru.ru, <http://orcid.org/0000-0002-8922-1736>

⁴ project@dvtextno.com

Аннотация. Обоснована роль оценки жизненного цикла (ЖЦ) существующих технических объектов и систем для машиностроительных предприятий пищевой промышленности (МППП). Сформулирована основная проблема МППП, возникающая на практике. Определена задача, стоящая перед разработчиками машиностроительной продукции на МППП. Обоснована актуальность темы. Представлены объекты исследования: МППП массового производства и МППП ООО «ДВ ТЕХНО» единичного производства, дана их краткая характеристика, включая основную область деятельности и специализацию. Выявлены проблемы, с которыми сталкиваются объекты исследования в ходе оценки ЖЦ существующих технических объектов и систем вне зависимости от количества производимой машиностроительной продукции. Представлены основные стадии и этапы ЖЦ машиностроительной продукции на МППП массового производства и МППП ООО «ДВ ТЕХНО» единичного производства, установлена их взаимосвязь. Проведен их сравнительный анализ, в ходе которого выявлены основные различия в этапах ЖЦ объектов машиностроительного производства, связанные со спецификой деятельности МППП ООО «ДВ ТЕХНО» в условиях «узкой» ниши. Сделаны логические выводы и заключения касательно стоимости и произвольности изготавливаемой ими машиностроительной продукции, времени на ее производство.

Ключевые слова: анализ, этапы, жизненный цикл, технические объекты и системы, машиностроительное предприятие, пищевая промышленность, ДВ ТЕХНО, стадии

Для цитирования: Ткаченко Т.И., Крикун А.И., Максимова В.И., Бахтин В.В. Анализ основных этапов жизненного цикла технических объектов и систем машиностроительного производства // Научные труды Дальрыбвтуза. 2023. Т. 66, № 4. С. 74–83.

FOOD SYSTEMS

Original article

DOI: <https://doi.org/10.48612/dalrybvtuz/2023-66-09>

**Analysis of the main stages of the life cycle of technical objects
and systems of mechanical engineering production**

Tatyana I. Tkachenko¹, Alexandra I. Krikun², Vera I. Maksimova³, Vadim V. Bakhtin⁴

^{1, 2, 3} Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

⁴ LLC «Far Eastern engineering center «Technoproject», Vladivostok, Russia

¹ tkachenko.ti@dgtru.ru, <http://orcid.org/0000-0002-9210-2172>

² krikun.ai@dgtru.ru, <http://orcid.org/0000-0002-9330-2555>

³ maksimova.vi@dgtru.ru, <http://orcid.org/0000-0002-8922-1736>

⁴ project@dvtextno.com

Abstract. In the article given by the authors, the role of life cycle (LC) assessment of industrial technical objects and systems for machine-building enterprises of the food industry (M-BEFI) is substantiated. The main problem of M-BEFI that arises for replacement is formulated. The task facing developers of mechanical engineering products at M-BEFI has been identified. The relevance of the topic is substantiated. The objects of research are presented: mass-produced M-BEFI and the only M-BEFI of LLC «DV TECHNO», their brief characteristics of production are given, including the main area of activity and specialization. The problems that the research objects face during the assessment of the life cycle of existing technical objects and systems, regardless of the quantity of engineering products produced, have been identified. The main phases and stages of the LC of engineering products at the mass production production point and the production point at LLC «DV TECHNO» are depicted, and their relationship is established. Their comparative analysis was carried out, during which the main differences in the phases LC of engineering production facilities were identified, related to the specifics of the activities of the M-BEFI LLC «DV TECHNO» in the conditions of a «narrow» niche. Logical conclusions and conclusions were made regarding the cost and arbitrariness of the engineering products they manufactured, and the time for their production.

Keywords: analysis, phases, life cycle, technical objects and systems, design and engineering enterprise, DV TECHNO, stages

For citation: Tkachenko T.I., Krikun A.I., Maksimova V.I., Bakhtin V.V. Analysis of the main stages of the life cycle of technical objects and systems of mechanical engineering production // *Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2023; 66(4):74–83. (in Russ.).

Поддержание жизнеспособности и успешное развитие МППП в современных условиях (рыночная конкуренция, санкции, политическая нестабильность) требует обеспечения запланированного объема продаж. В теории стремятся соблюсти следующие условия: разработка, производство и реализация высококачественной машиностроительной продукции в кратчайшие сроки и с минимальной ценой [1; 2, с. 6]. На практике эти три компонента, предпочтительные свойства продукции – высокое «качество», малый «срок» и низкая «цена» – находятся в тесной зависимости. Если расставить эти свойства по углам треугольника рис. 1,

то выбор в приоритет двух любых свойств (например, высокое «качество» и низкая «цена») обязательно значительно увеличивает размер третьего свойства (в данном случае «срок» изготовления станет большой).

Задача разработчика, производителя машиностроительной продукции заключается в том, чтобы найти оптимальное соотношение возможных качеств производимой продукции и требований заказчика. Причем это соотношение, как и указанные качества могут меняться на разных этапах ЖЦ технических объектов и систем машиностроительных производств.

Анализ основных этапов ЖЦ технических объектов и систем на МППП – полезный инструмент для решения поставленной проблемы, поскольку: 1) может позволить понять, на каком этапе находится каждый проект, и вовремя определить необходимость внесения изменений и модернизации проектов для поддержания конкурентоспособности на рынке, стимулировать к инновациям; 2) играет важную роль в обеспечении эффективности и качества процессов проектирования, изготовления и технической эксплуатации; обеспечении качества и эффективности процессов работы предприятия; сокращении негативного влияния на окружающую среду и др. [3, 4], этим обусловлена актуальность темы.



Рис. 1. Основные компоненты поддержания жизнеспособности и успешного развития МППП (теоретические)

Fig. 1. The main components of maintaining the viability and successful development of the M-BEFI (theoretical)

Объекты исследования: МППП массового производства и МППП ООО «ДВ ТЕХНО».

Деятельность всех МППП (вне зависимости от массовости производства) в общем случае направлена на [5]: проектирование и разработку новых, а также модернизацию и совершенствование действующих технических объектов и систем (машиностроительной продукции) пищевых производств, их отдельных узлов и деталей (запасных частей) с соблюдением стандартов качества и безопасности; улучшение экологичности и энергоэффективности производства; вводом машиностроительной продукции в эксплуатацию; ремонт и обслуживание заказчиков и др.

Объект 1. МППП массового производства. Нами были проанализированы основные специализации крупнейших МППП России [6, 7], расположенные в Белгородской (2 МППП), Вологодской (1 МППП), Воронежской (3 МППП), Кировской (1 МППП), Курской (1 МППП), Московской (8 МППП), Пензенской (1 МППП) областях и др. Данные предприятия специализируются на различных видах работ, начиная с проектирования до эксплуатационного обслуживания и утилизации технических объектов и систем для различных областей пищевой промышленности: мясоперерабатывающей, рыбоперерабатывающей, молочной, кондитерской, сахарной, консервной, хлебопекарной и др. Большинство рассмотренных МППП для интенсификации своей деятельности тесно сотрудничают: с производственными предприятиями пище-

вой промышленности; научно-исследовательскими институтами (НИИ); отраслевыми высшими учебными заведениями; организациями, занимающимися метрологией и стандартизацией, и др.

Производимые МППП массового производства технические объекты и системы проходят все основные стадии и этапы ЖЦ машиностроительной продукции (рис. 2), которые находятся в тесной взаимосвязи. В ходе оценки ЖЦ которых МППП могут сталкиваться со следующими проблемами [3, 4]:

- *недостаточная доступность и точность данных о некоторых объектах или системах* (что может создавать затруднение при определении: их текущего состояния (ТС); прошедшего периода технической эксплуатации; прогнозировании их будущего ТС);

- *сложность определения конкретных этапов ЖЦ* (в разных источниках информации могут использоваться различные термины и классификации этапов ЖЦ. Неоднозначность и недостаток единообразия в определении этапов могут затруднять оценку);

- *определение противоречий между этапами ЖЦ* (возможны искажения при передаче собранной информации между этапами ЖЦ, а также несоответствия, противоречия в требованиях между этапами ЖЦ);

- *непредвиденные изменения условий эксплуатации* (изменение требований заказчика, новые технологические или экологические стандарты, политические и экономические изменения и т.д.);

- *финансовые ограничения* (ограниченный бюджет на проведение оценки и реализации предложенных конструктивных улучшений и изменений в технических объектах и системах);

- *зависимость от обновления информации* (необходимость постоянного обновления информации, данных в условиях периодической недоступности актуальной информации в открытом доступе) и др.

Схема на рис. 2 построена на основании ГОСТ Р ИСО 9001-2015 [8], ГОСТ Р ИСО 9004-2019 [9], ГОСТ Р 15.301-2016 [10] и сведений, полученных в результате анализа работ ведущих ученых в данном направлении: Кушнарева Л.И. [4], Паниной Е.Б. [11], Якупова И.З. [12], Нефедовой Л.В. [13], Габдулхановой Н.Р [14] и др., а также доступных сведений о деятельности крупных МППП России (в том числе Дальнего Востока) [6, 7].

ЖЦ машиностроительной продукции на МППП массового производства подразделен на 3 основные стадии (допроизводственная; производственная; послеоперационная) и 12 этапов. В связи с не единообразием формулировок в источниках информации схему на рис. 2 можно представить также следующим образом: 4 основные стадии (научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР); производства (имеется в виду серийное, массовое производство); рыночной реализации; сервисных услуг, обслуживания) и 30 этапов, однако по содержанию существенных расхождений не будет. Так, допроизводственная стадия ЖЦ подразделяется на стадии НИОКР и производства.

Стадия НИОКР (предшествует фазе массового производства). На этой стадии производится [3, 4, 11–14]: огромное количество наукоемких работ (различные виды исследований: фундаментальные (ФИ), включающие теоретические исследования (ТИ); поисковые (ПоИ); прикладные (При); экспериментальные (ЭИ) и др.); проектирование и разработка макетно-экспериментального/опытного производства, изготовление макетов и/или экспериментальных узлов/образцов; разработка конструкторской документации (КД) на основе единой системы конструкторской документации (ЕСКД); технологические разработки; технологические и конструкторские испытания.

Стадия производства (конечный вариант машиностроительной продукции, массовое производство). На этой стадии обычно производятся [3, 4, 11–14]: технологические передель (заготовка, механообработка, сборка, гальваника и термичка, окраска и др.); подготовка производства (конструкторская; технологическая; экономическая); производство (опытной партии); производство (мелкосерийное; серийное; крупносерийное); производство (массовое); производство (вспомогательное).

Производственная стадия ЖЦ / Стадия реализации (реализуются маркетинговые и продажные усилия, обеспечивается удовлетворение потребностей клиентов/заказчиков, проводится анализ эффективности продукции на рынке). На данной стадии машиностроительная продукция МППП превращается в товар, реализация которого на рынке требует исполнения многообразных функций [3, 4, 11–14]: коммерческих и торговых; маркетинговых; ценообразования; налаживания сбытовой сети; брэндинга; анализа конкуренции; стратегии снятия м. продукции/товара с рынка и др.

Послепроизводственная стадия ЖЦ / Стадия обслуживания, сервиса (удовлетворение потребностей клиентов/заказчиков в технической поддержке (включая обновление и модернизацию), поддержание репутации МППП). На этой стадии производится [3, 4, 11–14]: производство запасных частей; обслуживание (предпродажное; гарантийное; ремонтное; техническое; эксплуатационное); подготовка кадров для работы с потребителями; модернизация; утилизация.



Рис. 2. Стадии и этапы жизненного цикла машиностроительной продукции на МППП массового производства

*** при наличии проектно-конструкторского отдела

Fig. 2. Phases and stages of the life cycle of engineering products at DEE mass production

*** available design and engineering department

Объект 2. МППП ООО «ДВ ТЕХНО». Машиностроительные отрасли Дальнего Востока в основном представлены спецификой авиастроения (в целях обеспечения нужд военной и гражданской авиации) и судостроения (в целях обеспечения нужд рыбной отрасли и добывающих отраслей), в то время как нужды пищевой и перерабатывающей промышленности региона в основном приходится удовлетворять за счет технологического оборудования, поставляемого из-за рубежа. Развитие МППП как решение этой проблемы, особенно в современных условиях развития страны, когда импортозамещение – одна из стратегий государственной экономической политики, становится как никогда актуальным.

Компания «ДВ ТЕХНО» является крупнейшим на Дальнем Востоке проектировщиком и производителем оборудования для переработки рыбы, икры и морепродуктов, комплексов оборудования для решения задач технологического обеспечения процессов рыбопереработки. Несмотря на то, что компания не относится к МППП массового производства, ежегодно она проектирует, строит и модернизирует от 3 до 10 рыбоперерабатывающих заводов мощностью от 100 до 500 т рыбы в сутки на Камчатке, Курилах и Сахалине, в Приморском и Хабаровском краях, в Магаданской области и других регионах России. Помимо этого, данное МППП: поставляет серийное оборудование собственного и стороннего производства (компаний-партнёров); проектирует и изготавливает оборудование для небольших цехов мощностью от 5 до 70 т в сутки как для первичной, так и для глубокой переработки; производит широкий спектр изделий из нержавеющей стали и др. Одним из новых и перспективных направлений деятельности компании стало проектирование судовых рыбоперерабатывающих цехов и производство оборудования для них [15].

Данное МППП было основано в 2022 г. на основе МППП ООО «Технологическое оборудование», которое начало свою деятельность в 1998 г. в сфере производства, поставок, наладки и ремонта оборудования для мясоперерабатывающей промышленности. Построив производственную базу и собрав команду опытных инженеров, конструкторов и технологов, компания решила расширить свою деятельность и заняться также обеспечением технического и технологического процессов переработки рыбы и морепродуктов. Через несколько лет это стало основным направлением компании. В настоящее время основными ресурсами и компетенциями ООО «ДВ ТЕХНО» являются: современная производственная база; высококвалифицированный коллектив инженеров, конструкторов и технологов, которые позволяют проектировать, производить, поставлять, монтировать, ремонтировать и обслуживать как технологические линии в целом, так и отдельные единицы оборудования для пищевой промышленности [15].

Направления проектной и производственной деятельности ООО «ДВ ТЕХНО»:

- пищевые производственные комплексы;
- установки по переработке отходов пищевых производств;
- пищевое оборудование;
- разработка новых моделей оборудования, в том числе импортозамещение.

Как и МППП массового производства предприятие ООО «ДВ ТЕХНО» в ходе оценки ЖЦ машиностроительной продукции сталкивается с аналогичными проблемами, указанными выше.

Проектируемые и производимые в компании «ДВ-ТЕХНО» технические объекты и системы проходят все основные стадии и этапы ЖЦ машиностроительной продукции (рис. 3). Схема на рис. 3 построена на основании ранее изложенного материала и сведений, полученных на МППП ООО «ДВ ТЕХНО».

ЖЦ машиностроительной продукции на ООО «ДВ ТЕХНО» (рис. 3) подразделен на 3 основные стадии (как и на рис. 2) и 9 этапов, связанных со спецификой деятельности ООО «ДВ ТЕХНО» в условиях «узкой» ниши, поэтому этап ЖЦ «Исследование» в допроизводственной стадии отсутствует, а точнее, этот этап заменен другим – «Рассмотрение заявки заказчика». Это обусловлено тем, что, во-первых, компания «ДВ ТЕХНО» опирается на клиен-

тоориентированный подход, а, во-вторых, развитие массового машиностроения на Дальнем Востоке затруднено ввиду многих проблем (отсутствие массового потребителя и трудовых ресурсов, недостаток материалов и отсутствие производственных связей с десятками или даже сотнями предприятий, производящих различные детали). После этапа «Рассмотрение заявки заказчика» на изготовление машиностроительной продукции осуществляются этапы «Разработка и проектирование» и «Согласование проекта с заказчиком». Как и в массовом производстве происходят этапы «Изготовление образцов» и «Подготовка к производству».

Производственная стадия ЖЦ имеет значительные отличия по количеству и содержанию этапов ЖЦ в связи с тем, что предприятие «ДВ ТЕХНО» специализируется на выпуске единичной, индивидуальной продукции, поэтому отсутствие таких этапов, как «Внедрение продукции на рынок», «Рост объема продаж», «Зрелость продукции» и «Спад продаж» оправдано.

В послепроизводственной стадии ЖЦ отсутствуют стадии «Снятие продукции с производства» и «Прекращение поддержки заказчиков», поскольку предприятие производит не только типовую машиностроительную продукцию, но и индивидуальную, изготовленную под конкретные потребности заказчиков, что создает условия дальнейшего сотрудничества в течение всего срока технической эксплуатации.



Рис. 3. Стадии и этапы жизненного цикла машиностроительной продукции на ООО «ДВ ТЕХНО»
 Fig. 3. Stages and phases of the life cycle of engineering products at LLC «DV TECHNO»

Таким образом, деятельность предприятия «ДВ ТЕХНО» имеет гибкий подход к управлению проектами и адаптацию к индивидуальным требованиям заказчика (на основе конкретных условий и целей производства), что предусматривает долгосрочные отношения с клиентами. В то время, как МППП массового производства имеют более ограниченные временные рамки и установленные этапы ЖЦ, так как применяются стандартные методы управления проектами; децентрализованные инвестиции. МППП массового производства могут обеспечить более низкую стоимость машиностроительной продукции и повышенную производительность, тогда как МППП единичного производства могут быть оправданы при производстве уникальных, индивидуальных заказов.

Список источников

1. Калининкова Л.А. Формирование механизма повышения конкурентоспособности промышленных предприятий в условиях импортозамещения // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2022. Т. 84, № 3(93). С. 460–465. EDN: UXPI5G.
2. Доросинский, Л.Г. Информационные технологии поддержки жизненного цикла изделия / Л.Г. Доросинский, О.М. Зверева. Ульяновск: Зебра, 2016. 243 с. ISBN 978-5-9908739-8-8.
3. Яцунская О.С. Жизненный цикл объекта основных средств – проблемы оценки // Научный вестник Одесского национального экономического университета. 2014. № 2(210). С. 193–204. EDN: SMYYJR.
4. Кушнарев Л.И. Требования к качеству современной техники // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2019. № 2. С. 18–21. EDN: POXBSD.
5. Гирфанова, Е.Ю. Организация производства: учеб. пособие / Е.Ю. Гирфанова, В.И. Кислова. Нижнекамск: НХТИ ФГБОУ ВПО «КНИТУ», 2014. 86 с.
6. Производители пищевого оборудования Заводы РФ, 2023. Режим доступа: <https://xn--80aegj1b5e.xn--p1ai/factories/proizvoditeli-pishchevogo-oborudovaniya>.
7. Российские производители рыбоперерабатывающего оборудования [Электронный ресурс] // Fabricators.ru, 2023. Режим доступа: <https://fabricators.ru/produkt/rybopererabatyvayushchee-oborudovanie>.
8. ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Системы менеджмента качества. Требования. М.: Стандартинформ, 2015. 32 с.
9. ГОСТ Р ИСО 9004-2019. Менеджмент качества. Качество организации. Руководство по достижению устойчивого успеха организации. М.: Стандартинформ, 2019. 62 с.
10. ГОСТ Р 15.301-2016. Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения. Порядок разработки и постановки продукции на производство. М.: Стандартинформ, 2018. 15 с.
11. Панина, Е.Б. Влияние теории жизненного цикла продукции на формирование системы учета затрат предприятия / Е.Б. Панина, Н.И. Елагина // Актуальные вопросы устойчивого развития АПК и сельских территорий. 2018. Т. 1. С. 181–184. EDN: YVCAHA.
12. Якупов, И.З. Управленческий учет затрат по стадиям жизненного цикла продукта: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.12 / Якупов Ильяс Замирович. Казань, 2009. 239 с.
13. Нефедова, Л.В. Управление жизненным циклом изделий на предприятиях швейной промышленности: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / Нефедова Лариса Вячеславовна. М., 2013. 172 с.
14. Габдулханова, Н.Р. Управление качеством продукции предприятий машиностроения для пищевой промышленности / Н.Р. Габдулханова, М.А. Поливанов // Ползуновский альманах. 2020. № 1. С. 237–239. EDN: JDLSFZ.
15. О компании [Электронный ресурс] // ООО «Технологическое оборудование», 1998–2023. Режим доступа: <https://dvtechno.com/ru/about>.

References

1. Kalinnikova L.A. Formation of a mechanism for increasing the competitiveness of industrial enterprises in the conditions of import substitution // Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies. 2022. Vol. 84, No. 3(93). P. 460–465. EDN: UXPIISG.
2. Dorosinsky, L.G. Information technologies for product life cycle support / L.G. Dorosinsky, O.M. Zvereva. Ulyanovsk: Zebra, 2016. 243 p. ISBN 978-5-9908739-8-8.
3. Yatsuskaya O.S. Life cycle of a fixed asset object – problems of assessment // Scientific Bulletin of the Odessa National Economic University. 2014. No. 2(210). P. 193–204. EDN: SMYYJR.
4. Kushnarev L.I. Requirements for the quality of modern technology // Repair. Recovery. Modernization. 2019. No. 2. P. 18–21. EDN: POXBSD.
5. Girfanova, E.Yu. Organization of production: textbook / E.Yu. Girfanova, V.I. Kislova. Nizhnekamsk: NHTI FSBEI HPE «KNRTU», 2014. 86 p.
6. Manufacturers of food equipment Factories of the Russian Federation, 2023. Access mode: <https://xn--80aegj1b5e.xn--p1ai/factories/proizvoditeli-pishchevogo-oborudovaniya>.
7. Russian manufacturers of fish processing equipment [Electronic resource] // Fabricators.ru, 2023. Access mode: <https://fabricators.ru/produkt/rybopererabatyvayushchee-oborudovanie>.
8. GOST R ISO 9001-2015. Quality management systems. Requirements. M.: Standartinform, 2015. 32 p.
9. GOST R ISO 9004-2019. Quality management. Quality of the organization. A guide to achieving sustainable organizational success. M.: Standartinform, 2019. 62 p.
10. GOST R 15.301-2016. System for developing and putting products into production. Products for industrial and technical purposes. The procedure for developing and putting products into production. M.: Standartinform, 2018. 15 p.
11. Panina, E.B. The influence of the theory of the life cycle of products on the formation of an enterprise cost accounting system / E.B. Panina, N.I. Elagina // Current issues of sustainable development of the agro-industrial complex and rural areas. 2018. T. 1. P. 181–184. EDN: YVCAXA.
12. Yakupov, I.Z. Management accounting of costs by stages of the product life cycle: dis. ...cand. econ. sciences: 08.00.12 / Yakupov Ilyas Zamirovich. Kazan, 2009. 239 p.
13. Nefedova, L.V. Product life cycle management at clothing industry enterprises: dis. ...cand. econ. sciences: 08.00.05 / Nefedova Larisa Vyacheslavovna. M., 2013. 172 p.
14. Gabdulhanova, N.R. Product quality management at mechanical engineering enterprises for the food industry / N.R. Gabdulhanova, M.A. Polivanov // Polzunovsky almanac. 2020. No. 1. P. 237–239. EDN: JDLSPZ.
15. About the company [Electronic resource] // Technological Equipment LLC, 1998–2023. Access mode: <https://dvtechno.com/ru/about>.

Информация об авторах

- Т.И. Ткаченко – кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой «Технологические машины и оборудование», SPIN-код: 5932-9472, AuthorID: 214372, Scopus Author ID: 57222473654;
- А.И. Крикун – кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологические машины и оборудование», SPIN-код: 6217-9103, AuthorID: 946577, Scopus Author ID: 57936169400;
- В.И. Максимова – старший преподаватель кафедры «Технологические машины и оборудование», SPIN-код: 7413-4130, AuthorID: 1174086;
- В.В. Бахтин – генеральный директор ООО «Дальневосточный инжиниринговый центр «Технопроект».

Information about the authors

T.I. Tkachenko – PhD in Engineering Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Technological Machines and Equipment, SPIN-code: 5932-9472, AuthorID: 214372, Scopus Author ID: 57222473654;

A.I. Krikun – PhD in Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of Technological Machines and Equipment, SPIN-code: 6217-9103, AuthorID: 946577, Scopus Author ID: 57936169400;

V.I. Maksimova – Senior Lecturer of the Department of Technological Machines and Equipment, SPIN-code: 7413-4130, AuthorID: 1174086;

V.V. Bakhtin – General Director, LLC «Far Eastern engineering center «Technoproject».

Статья поступила в редакцию 30.11.2023; одобрена после рецензирования 01.12.2023; принята к публикации 04.12.2023.

The article was submitted 30.11.2023; approved after reviewing 01.12.2023; accepted for publication 04.12.2023.