

ТРАНСФОРМАЦИЯ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ СТАНКОВ, СТАНОЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ С ПОМОЩЬЮ «СИСТЕМЫ ОПЕРАЦИОННОГО МЕНЕДЖМЕНТА»

Статья посвящена исследованию возможностей внедрения цифровой системы управления SFM в производство. Для более корректного внедрения dSFM системы в производство, были выявлены ее сильные и слабые стороны. Статья оценивает и подробно раскрывает причины успеха внедрения системы dSFM в производство. Была рассмотрена классическая система бережливого производства Lean и аналоговая система SFM, а также цифровая версия SFM. Была рассмотрена модель взаимодействия сотрудников с «Системой операционного менеджмента» с целью улучшения интеграции ее в производство и повышения производительности работников.

Ключевые слова: система планирования, SFM, dSFM, производство, обработка, цифровизация.

Введение. В наше время компании все чаще стремятся прибегать в бережливому производству (Lean) [1]. Данная система производства позволяет деталям изготавливаться в точном соответствии с запросами заказчиков, а также с меньшим числом дефектов и брака, в сравнении с продукцией, произведенной по технологиям серийного производства без использования бережливого производства. Для оптимизации данного метода производства была создана система операционного менеджмента (SFM), которая основана на принципах Lean [2]. Хотя система SFM и не может полностью заменить систему Lean, однако она предлагает различные способы по выведению этой системы на новый уровень совершенства. Таким образом, любая цифровизация должна устранять потери при производстве и сокращать их более эффективно, чем это мог бы сделать более классический бережливый подход [2, 3]. Несмотря на то, что этот подход и является более удобным, существует пробел, который связан со сложностью перехода к цифровой версии dSFM. Тем не менее данный переход необходим для решения «проблем связи промышленной автоматизации систем с оперативным управлением станками». Использование dSFM должно быть полностью ин-

тегрировано в системы производства и являться неотъемлемой частью при производстве [4, 5].

Крупные компании заявляют, что уже продвинулись в интеграции SFM, однако только пятая часть компаний заявляют, что уже полностью интегрировали ее в текущую производственную систему с переходом к цифровой версии dSFM [6, 7]. Это означает, что производители не понимают плюсы интегрирования dSFM системы в производство, которые упростили бы работу цеха, или не хотят переходить к ней, считая, что процесс перехода будет слишком затратным и не будет оправдывать ожидания, а также не покроет расходы, затраченные на внедрение этой системы. Интеграция данных систем оперативного управления станками с ЧПУ позволяет более доступно и быстро получать различные производственные данные, видеть риски при переводе или увольнении сотрудников [8, 9]. Однако большая часть компаний все так же продолжает использовать SFM и не переходят к системе dSFM из-за отсутствия проверенного, а также систематического подхода к цифровизации системы SFM [10].

Постановка задачи. Рассмотреть системы для рационализации производства и выявить их силь-



Рис. 1. Целевое состояние dSFM: как цифровизация может улучшить SFM

ные и слабые стороны. Определить плюсы и минусы внедрения dSFM системы в производство, обозначить способы ее внедрения, этапы внедрения. А также сферы, в которых нужно провести исследование для улучшения внедрения данных систем в производство.

Теория. Lean — это концепция рационализации бизнес-процессов. Она позволяет более быстро их рационализировать, а также сглаживать с помощью выявления процессов, которые не влияют на качество деталей, однако являются причиной финансовых потерь компании. SFM — это подход к управлению, помогающий сотрудникам выявлять отклонения при производстве деталей и запускать процессы решения проблем. Благодаря SFM руководитель всегда хорошо информирован о состоянии оснащения технологической оснасткой, необходимой для выполнения операций, работе станков и о возникающих сбоях и проблемах. Одним из требований отлаженной цифровой поддержки управления является понимание руководителем своей роли модератора, а не оптимизатора [11]. Ключевым элементом SFM является измерение эффективности с помощью подходящих ключевых показателей производства:

1. Получение готовой детали в соответствии с конструкторской документацией.
2. Построение отказоустойчивой и доступной сети.
3. Запись и хранение данных технологического процесса изготовления деталей.
4. Построение способа анализа данных, полученных при производстве деталей.

Большинство преимуществ этой системы, например более улучшенная обработка данных, были подтверждены экспертами [12, 13]. Несмотря на преимущества, данная система имеет свои минусы и риски. Самый главный риск заключается в том, что из-за автоматизации обработка производственных данных может привести к отдалению работников от управления эффективностью процессов [14]. Также через программу могут быть записаны неверные данные, может быть получена неверная интерпретация данных, что в итоге выдаст неверное отображение производственных процессов [15].

Внедрение системы dSFM. dSFM — это цифровая система, помогающая в производстве и логистике на предприятии. Она характеризуется как систе-

ма, которую сложно внедрить, но при удачном ее внедрении она будет нести большую пользу при автоматизации процессов контроля за производством деталей. Она служит для сбора и обработки данных, для получения мер по оптимизации и принятию решений [16, 17].

Различие между SFM и dSFM системами заключается в том, что цифровое управление цехом (dSFM) может улучшить аналоговое SFM за счет более быстрого отклика или лучшей доступности данных [18].

С технической точки зрения, системы dSFM должны будут сосредоточиться на таких аспектах, как обработка данных, и на управлении знаниями, чтобы были задействованы все преимущества данной системы. Способы по визуализации обработки данных должны быть адаптированы к конкретным потребностям пользователей. Поскольку литературы по dSFM еще достаточно мало, то необходимо проводить дальнейшие исследования для более эффективной адаптации алгоритмов, например, механизмов [19, 20].

Переход от системы SFM к системе dSFM улучшает получение обратной связи [21]. Алгоритм перехода от системы SFM к системе dSFM представлен на рис. 1.

При рассмотрении достоинств и недостатков цифрового управления при производстве деталей (табл. 1), можно сказать, что цифровизация системы SFM имеет больше преимуществ, чем недостатков. Так, например, одним из сильных достоинств данной системы можно выделить упрощение работы руководителя в принятии верных решений с помощью анализа методов и алгоритмов больших баз данных, которые система анализирует и помогает при принятии решения. Если рассматривать систему dSFM, как помощника для руководителя в управлении и решении проблем (табл. 2), то недостатков и достоинств одинаковое количество, однако достоинств, которые вносят весомый вклад в упрощение по управлению производством, больше. Так, например, проблемы могут быть обнаружены раньше благодаря большей прозрачности производственных процессов, а также помогают сотрудникам в решении проблем, возникающих при производстве, и заставляют правильно документировать всю конструкторскую и технологическую документацию. Подводя итоги по недостаткам и достоинствам данных сфер деятельности, заня-

Достоинства и недостатки цифрового управления в цехе

Достоинства	Недостатки
Руководитель быстрее реагирует на отклонения благодаря данным в режиме реального времени	Руководитель проводит слишком мало времени в производственных помещениях
Руководителю помогают в принятии решений с помощью методов и алгоритмов больших данных	Цифровое SFM может рассматриваться сотрудниками как инструмент контроля управления
Коммуникационный каскад становится проще	Руководители, как правило, слишком остро реагируют на отклонения и пытаются решать проблемы сами, вместо того чтобы руководить своими сотрудниками
Руководитель будет выполнять меньше рутинных задач в SFM	Программное обеспечение берет на себя задачи ведущего руководителя
Руководитель ведет встречи с помощью удаленного инструмента коммуникации	Свободное время менеджеров может быть поставлено под угрозу

Таблица 2

Достоинства и недостатки цифрового управления решением проблем

Достоинства	Недостатки
Проблемы могут быть обнаружены раньше благодаря большей прозрачности производственных процессов	Отсутствуют компетенции по распознаванию и решению проблем в сложных CPS
Решенные проблемы документируются в системе управления данными	Документирование отклонений на собрании SF может занять больше времени
Цифровое решение проблем и управление данными могут обеспечить сетевое взаимодействие между производственными группами и цехами	Меньше используются и снижаются компетенции управления по решению проблем при изготовлении деталей
Сотрудникам помогают в решении проблем и стандартизируют все процессы, связанные с производством и управлением	Сотрудникам трудно взаимодействовать с программным обеспечением

Таблица 3

Достоинства и недостатки системы dSFM

Достоинства	Недостатки
Автоматизированный сбор производственных данных экономит время сотрудников и руководителя	Через систему могут быть записаны неверные данные
Объединение информации становится менее сложным	Неправильная интерпретация записанных данных дает неправильную картину производственных процессов
Информация доступна в большем объеме	Риск отслеживания слишком большого количества KPI обусловлен высокой доступностью данных
Информация обновляется автоматически	Автоматический сбор и объединение данных может привести к тому, что сотрудники больше не будут идентифицировать себя с производственным процессом изготовления деталей
Разнообразные возможности оценки данных	
Данные могут быть предварительно обработаны в зависимости от различных целевых групп	

тие которыми упрощается благодаря dSFM, была составлена таблица (табл. 3), в которой выделены основные достоинства, которые имеют численное преимущество перед недостатками. С помощью данной системы данные могут быть предварительно обработаны в зависимости от различных целевых групп; информация обновляется автоматически, а также она доступна в большем объеме, нежели в аналоговой системе SFM, объединение информации становится менее сложным. Из всего этого можно сделать вывод, что внедрение системы dSFM поможет в управлении производством, а также минимизирует возникновение проблем при производстве из-за человеческого фактора.

Модель принятия dSFM сотрудниками. Важным фактором при внесении изменений в способы управления производством является готовность сотрудников к переходу от одной системы управления к другой. Так, были выявлены факторы, по которым выяснялась готовность сотрудников к переходу на dSFM.

Первый фактор — это готовность сотрудников к изменениям. В этом факторе рассматриваются отношения и представления сотрудников о необходимости изменений. Организация должна доказать сотрудникам необходимость внедрения этой системы. Сотрудники могут иметь разную степень готовности к изменениям, а также мотивацию адаптиро-

ваться к ним, поэтому должен быть разработан план по повышению этой готовности.

Второй фактор — это понятность изменений и их открытость. Сотрудники должны видеть, как происходит внедрение цифрового управления производством, чтобы им была понятна сама суть этой системы. Также должен быть налажен взаимный процесс обучения между сотрудниками, чтобы они могли обмениваться информацией друг с другом с целью улучшения качества выполняемой работы.

Третий фактор — это пользовательский опыт. Чтобы рабочий имел высокую производительность, ему должно быть комфортно взаимодействовать с системой.

Соответственно, систему нужно сделать простой в освоении, эффективной и интуитивно понятной. Так, например, чтобы пользователь больше доверял компании, она должна сделать все данные прозрачными, чтобы он мог все видеть.

Также компания должна гарантировать ему безопасность программного обеспечения для укрепления доверительных взаимоотношений между ними [22].

Четвертый фактор — это социальный климат в коллективе на производстве. Важно поддерживать сплоченность сотрудников между собой, чтобы они выполняли задачи более качественно и быстро. При не регулировании климата в коллективе он станет разобщенным, что ухудшит показатели эффективности отдела и впоследствии самого предприятия, что сильно скажется на доходности, репутации, а также поставит под вопрос дальнейшее существование предприятия с данным составом сотрудников. Для сплочения коллектива потребуется командная работа. Нужно ставить общие цели и добиваться их выполнения. Структурирование задач. Одну большую задачу следует разбивать на несколько малых, чтобы человек видел прогресс и имел мотивацию продолжать выполнение работы поэтапно. Это основные способы, которые помогут сплотить коллектив и выстроить хорошие взаимоотношения между людьми для поднятия уровня готовности к внедрению изменений на производстве.

Выводы. В рамках данной статьи был проведен обзор различных систем по оперативному управлению станками. Была рассмотрена классическая система бережливого производства Lean и аналоговая система SFM, помогающая измерять эффективность с помощью подходящих ключевых показателей эффективности, а также цифровая версия SFM (dSFM), которая обрабатывает данные и управляет производством независимо от человека. Статья оценивает и подробно раскрывает причины успеха внедрения системы dSFM в производство. Успех внедрения цифрового управления цехом заключается в принятии ее стандартов сотрудниками. Нужно выявить степень принятия и готовности сотрудников взаимодействовать со службой качества в части оцифровки процессов оперативного управления производством.

Также успех внедрения зависит и от пользовательского опыта сотрудников. Пользователь должен интуитивно понимать данные, с которыми он работает с целью облегчения взаимодействия с программными обеспечениями, а также это нужно, чтобы не вызвать у пользователя неприязнь из-за непонятного ему интерфейса. Были рассмотрены 4 фактора, влияющие на то, как сделать внедрение dSFM более успешным и подготовить сотрудников к изменениям.

Библиографический список

1. Вейдер М. Инструменты бережливого производства. Часть I. Аттестация на соответствие принципам бережливого производства // Управление качеством. 2020. № 3. С. 32–39. EDN: XPPFUJ.
2. Петунина А. А., Яковлева В. Е., Каримова С. А. Применение системы SFM в производственном процессе // Современные тенденции и инновации в науке и производстве: материалы VII Междунар. науч.-прак. конф., посвященной 20-летию филиала КузГТУ в г. Междуреченске. Междуреченск: Изд-во КузГТУ, 2018. С. 247–249. EDN: VKPZBW.
3. Вейдер М. Lean Manufacturing на предприятиях инфраструктурной отрасли // Управление качеством. 2019. № 10. С. 24–29. EDN: KIJNZM.
4. Zhou H., Zhang Sh., Wang Z. Multi-objective optimization of process parameters in plastic injection molding using a differential sensitivity fusion method // The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 2021. Vol. 114, № 1. P. 423–449. DOI: 10.1007/s00170-021-06762-8.
5. Хазуев А. И. Моделирование параметров промышленной политики в условиях отраслевых диспропорций // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2016. № 2 (18). С. 79–89. EDN: WFLZXX.
6. Попов В. А. Внедрение концепции «Бережливое производство» на предприятиях // Экономика и предпринимательство. 2015. № 4–1 (57). С. 515–518. EDN: TRSZCN.
7. Henaou R., Sarache W., Gomez I. Lean Manufacturing and Sustainable Performance: Trends and Future Challenges // Journal of Cleaner Production. 2019. Vol. 208. P. 99–116. DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.10.116.
8. Разуев Н. О., Макашин Д. С. Стратегия внедрения цифровизации на заводах // Проблемы машиностроения: материалы VII Междунар. науч.-техн. конф., Омск, 16–17 мая 2023. Омск: Изд-во ОмГТУ, 2023. С. 37–40. EDN: HAZKPU.
9. Глухова Т. В., Бирюкова Л. И., Палькина Ю. Р. Внедрение концепции бережливого производства в целях повышения устойчивости интегрированной системы менеджмента предприятия // Инновационное развитие экономики. 2022. № 6 (72). С. 39–44. DOI: 10.51832/222379842022639. EDN: ROBFER.
10. Братченко С. А. Бережливое производство в России в теории и на практике // Вестник Московского университета. Серия 6: Экономика. 2018. № 3. С. 146–158. DOI: 10.38050/01300105201838. EDN: OVQXEV.
11. Кусмарцева Е. В. Инструментарий методологии Lean (бережливое производство) в системе управления безопасностью труда // Техногенная и природная безопасность: материалы VI Всерос. науч.-прак. конф., Саратов, 27–28 октября 2021. Саратов: ООО Центр социальных агроинноваций СГАУ, 2021. С. 33–37. EDN RXIVMC.
12. Müller M., Alexandi E., Mettermich J. Digital shop floor management enhanced by natural language processing // Procedia CIRP. 2021. Vol. 96. P. 21–26. DOI: 10.1016/j.procir.2021.01.046.
13. Kandler M. [et al.]. Shopfloor Management Acceptance in Global Manufacturing // Procedia CIRP. 2022. Vol. 115. P. 190–195. DOI: 10.1016/j.procir.2022.10.072.
14. Маев Д. В. Развитие бережливого управления процессами на предприятиях социальной сферы // Вестник Удмуртского университета. Серия «Экономика и право». 2021. Т. 31, № 5. С. 820–826. DOI: 10.35634/2412-9593-2021-31-5-820-826. EDN: LDGBTB.
15. Векшина А. А. Концепция бережливого производства как способ оптимизации затрат: принципы, инструменты и опыт внедрения // Международный бухгалтерский учет. 2021. Т. 24, № 11 (485). С. 1243–1261. DOI: 10.24891/ia.24.11.1243. EDN: XWDDVT.
16. Ципина Д. Д. Применение инструментов бережливого производства на промышленных предприятиях // Промышленное развитие России: проблемы, перспективы: сб. ст. по

материалам XVIII Междунар. науч.-прак. конф. В 2 т. Нижний Новгород: Изд-во НГПУ им. К. Минина, 2021. Т. 1. С. 136–139. EDN: XVWJNS.

17. Гордеева Е. В., Кукса Д. В. Бережливое производство как современная концепция управления: принципы и инструменты // *Sochi Journal of Economy*. 2020. Т. 14, № 4. С. 360–367. EDN: PFIZOD.

18. Авдеева И. А., Бадиков А. А. Leap-технологии как инструмент повышения эффективности производственной деятельности предприятия // *Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика*. 2019. Т. 7, № 2 (45). С. 7–13. EDN: QCYBET.

19. Данилов И. Д., Пузанова И. А. Логистические концепции как источник повышения прибыльности предприятия // *Актуальные направления повышения доходности бизнеса: проблемы, методы, решения-2019: сб. науч. тр. по материалам 1-й Всерос. науч.-прак. конф., Москва, 20 апреля 2019*. Москва: Изд-во ГУУ, 2019. С. 46–50. EDN: GHHGGW.

20. Ваганова О. В., Кумаргей А. С. Повышение качества образовательных услуг на основе внедрения технологий бережливого производства в НИУ «БелГУ» // *Научный результат. Экономические исследования*. 2019. Т. 5, № 1. С. 3–10. DOI: 10.18413/2409-1634-2019-5-1-0-1. EDN: RKBFOX.

21. Бельш К. В. Комплексный подход к внедрению и оценке эффективности проектов по бережливому производству на промышленном предприятии // *Вопросы инновационной экономики*. 2018. Т. 8, № 3. С. 513–530. DOI: 10.18334/vines.8.3.39364. EDN: YNASCT.

22. Чертков В. А. Повышение эффективности работы предприятий энергетической сферы на примере внедрения системы 5S как инструмента бережливого производства // *Наукофера*. 2021. № 6–2. С. 138–145. DOI: 10.5281/zenodo.5036401. EDN: GPUKVU.

КОРЖОВА Ольга Павловна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Металлорежущие станки и инструменты» Машиностроительного института Омского государственного технического университета (ОмГТУ), г. Омск.

SPIN-код: 8253-8670

ORCID: 0000-0002-3711-340X

AuthorID (РИНЦ): 762156

AuthorID (SCOPUS): 57200720669

МАКАШИН Дмитрий Сергеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Металлорежущие

станки и инструменты» Машиностроительного института ОмГТУ, г. Омск; доцент кафедры «Технологии транспортного машиностроения и ремонта подвижного состава» Омского государственного университета путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск. SPIN-код: 1763-1883

ORCID: 0000-0002-8297-5551

AuthorID (РИНЦ): 926848

AuthorID (SCOPUS): 57203642272

Адрес для переписки: dima.makashin@gmail.com

ПОПОВ Петр Евгеньевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Металлорежущие станки и инструменты» Машиностроительного института ОмГТУ, г. Омск.

SPIN-код: 9919-9442

AuthorID (РИНЦ): 518315

AuthorID (SCOPUS): 57200731661

ORCID: 0009-0005-4504-3308

ДОНОАГА Илья Евгеньевич, студент гр. ИСТ-223 факультета информационных технологий и компьютерных систем ОмГТУ, г. Омск.

SPIN-код: 2926-8133

AuthorID (РИНЦ): 1205554

ORCID: 0009-0000-3345-092X

Адрес для переписки: idonoaga@bk.ru

ОБРЫВАЛИН Алексей Викторович, кандидат технических наук, доцент (Россия), заведующий кафедрой «Технологии транспортного машиностроения и ремонта подвижного состава» ОмГУПС, г. Омск.

SPIN-код: 4056-8545

AuthorID (РИНЦ): 540179

ORCID: 0000-0002-0635-9140

Адрес для переписки: av.obr@yandex.ru

Для цитирования

Коржова О. П., Макашин Д. С., Попов П. Е., Доноага И. Е., Обрывалин А. В. Трансформация оперативного управления эксплуатацией станков, станочных комплексов с помощью «Системы операционного менеджмента» // *Омский научный вестник*. 2024. № 1 (189). С. 41–47. DOI: 10.25206/1813-8225-2024-189-41-47.

Статья поступила в редакцию 11.07.2023 г.

© О. П. Коржова, Д. С. Макашин, П. Е. Попов,

И. Е. Доноага, А. В. Обрывалин



TRANSFORMATION OF OPERATIONAL MANAGEMENT OF MACHINE TOOLS, MACHINE COMPLEXES OPERATION WITH THE HELP OF «OPERATIONAL MANAGEMENT SYSTEM»

The article focuses on the potential integration of the SFM digital control system into production. To achieve a more accurate implementation of the dSFM system, the article identifies its strengths and weaknesses. It evaluates and outlines the factors contributing to the successful implementation of the dSFM system in production. The article also analyses the traditional Lean manufacturing system, the analogue SFM system and its digital version. The study scrutinised the manner in which workers interact with the «System of Operations Management» with the purpose of refining its assimilation into manufacturing processes and enhancing employee output.

Keywords: planning system, SFM, dSFM, production, machining, digitalization.

References

1. Veyder M. Instrumenty berezhlivogo proizvodstva. Chast' I. Attestatsiya na sootvetstviye printsipam berezhlivogo proizvodstva [Lean manufacturing tools. Part I. Certification for compliance with lean manufacturing principles] // Upravleniye Kachestvom. *Quality Management*. 2020. No. 3. P. 32–39. EDN: XPPFUJ. (In Russ.).
2. Petunina A. A., Yakovleva V. E., Karimova S. A. Primeneniye sistemy SFM v proizvodstvennom protsesse [Application of the SFM system in the production process] // Sovremennyye Tendentsii i Innovatsii v Nauke i Proizvodstve. *Modern Trends and Innovations in Science and Production*. Mezhdurechensk, 2018. P. 247–249. EDN: VKPZBW. (In Russ.).
3. Veyder M. Lean Manufacturing na predpriyatiyakh infrastruktturnoy otrasli [Lean Manufacturing at enterprises in the infrastructure industry] // Upravleniye Kachestvom. *Quality Management*. 2019. No. 10. P. 24–29. EDN: KIJNZM. (In Russ.).
4. Zhou H., Zhang Sh., Wang Z. Multi-objective optimization of process parameters in plastic injection molding using a differential sensitivity fusion method // The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 2021. Vol. 114, no. 1. P. 423–449. DOI: 10.1007/s00170-021-06762-8. (In Engl.).
5. Khazuyev A. I. Modelirovaniye parametrov promyshlennoy politiki v usloviyakh otraslevykh disproportsiy [Modeling industrial policy parameters in the context of sectoral imbalances] // Modeli, Sistemy, Seti v Ekonomike, Tekhnike, Prirode i Obshchestve. *Models, Systems, Networks in Economics, Technology, Nature and Society*. 2016. No. 2 (18). P. 79–89. EDN: WFLZXX. (In Russ.).
6. Popov V. L. Vnedreniye kontseptsii «Berezhlivoye proizvodstvo» na predpriyatiyakh [Implementation of a «Lean production» conception at enterprises] // *Ekonomika i Predprinimatel'stvo. Economy and Entrepreneurship*. 2015. No. 4–1 (57). P. 515–518. EDN: TRSZCN. (In Russ.).
7. Henao R., Sarache W., Gomez I. Lean Manufacturing and Sustainable Performance: Trends and Future Challenges // *Journal of Cleaner Production*. 2019. Vol. 208. P. 99–116. DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.10.116. (In Engl.).
8. Razuyev N. O., Makashin D. S. Strategiya vnedreniya tsifrovizatsii na zavodakh [Strategy for the implementation of digitalization in factories] // *Problemy Mashinovedeniya. Mechanical Science Problems*. Omsk, 2023. P. 37–40. EDN: HAZKPU. (In Russ.).
9. Glukhova T. V., Biryukova L. I., Pal'kina Yu. R. Vnedreniye kontseptsii berezhlivogo proizvodstva v tselyakh povysheniya ustoychivosti integrirovannoy sistemy menedzhmenta predpriyatiya [Implementation of lean manufacturing concept to improve the sustainability of the enterprise integrated management system] // *Innovatsionnoye Razvitiye Ekonomiki. Innovative Development of Economy*. 2022. No. 6 (72). P. 39–44. DOI: 10.51832/222379842022639. EDN: ROBFER. (In Russ.).
10. Bratchenko S. A. Berezhlivoye proizvodstvo v Rossii v teorii i na praktike [Lean production in russia: theory and practice] // *Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seriya 6: Ekonomika. Moscow University Economics Bulletin*. 2018. No. 3. P. 146–158. DOI: 10.38050/01300105201838. EDN: OVQXEV. (In Russ.).
11. Kusmartseva E. V. Instrumentariy metodologii Lean (berezhlivoye proizvodstvo) v sisteme upravleniya bezopasnost'yu

- truda [Lean toolkit in occupational safety management system] // *Tekhnogennaya i prirodnyaya bezopasnost'. Technogenic and Natural Safety*. Saratov, 2021. P. 33–37. EDN RXIVMC. (In Russ.).
12. Müller M., Alexandi E., Metternich J. Digital shop floor management enhanced by natural language processing // *Procedia CIRP*. 2021. Vol. 96. P. 21–26. DOI: 10.1016/j.procir.2021.01.046. (In Engl.).
13. Kandler M. [et al.]. Shopfloor Management Acceptance in Global Manufacturing // *Procedia CIRP*. 2022. Vol. 115. P. 190–195. DOI: 10.1016/j.procir.2022.10.072. (In Engl.).
14. Mayev D. V. Razvitiye berezhlivogo upravleniya protsessami na predpriyatiyakh sotsial'noy sfery [Development of lean process management at enterprises of social sphere] // *Vestnik Udmurtskogo Universiteta. Seriya «Ekonomika i Pravo». Bulletin of Udmurt University. Series Economics and Law*. 2021. Vol. 31, no. 5. P. 820–826. DOI: 10.35634/2412-9593-2021-31-5-820-826. EDN: LDGBTS. (In Russ.).
15. Vekshina A. A. Kontseptsiya berezhlivogo proizvodstva kak sposob optimizatsii zatrat: printsipy, instrumenty i opyt vnedreniya [Lean manufacturing as a way to optimize costs: principles, tools, and implementation practices] // *Mezhdunarodnyy Bukhgalterskiy Uchet. International Accounting*. 2021. Vol. 24, no. 11 (485). P. 1243–1261. DOI: 10.24891/ia.24.11.1243. EDN: XWDDVT. (In Russ.).
16. Tshipina D. D. Primeneniye instrumentov berezhlivogo proizvodstva na promyshlennyykh predpriyatiyakh [Applying lean tools production at industrial enterprises] // *Promyshlennoye Razvitiye Rossii: Problemy, Perspektivy. Industrial Development of Russia: Problems, Prospects*. Nizhny Novgorod, 2021. Vol. I. P. 136–139. EDN: XVWJNS. (In Russ.).
17. Gordeyeva E. V., Kuksa D. V. Berezhlivoye proizvodstvo kak sovremennaya kontseptsiya upravleniya: printsipy i instrumenty [Lean manufacturing as a modern management concept: principles and tools] // *Sochi Journal of Economy. Sochi Journal of Economy*. 2020. Vol. 14, no. 4. P. 360–367. EDN: PFIZOD. (In Russ.).
18. Avdeyeva I. A., Badikov A. A. Lean-tehnologii kak instrument povysheniya effektivnosti proizvodstvennoy deyatel'nosti predpriyatiya [Lean-technologies as a tool to improve the efficiency of production activity of the enterprise] // *Aktual'nyye Napravleniya Nauchnykh Issledovaniy XXI Veka: Teoriya i Praktika. Current Directions of Scientific Research of the XXI Century: Theory and Practice*. 2019. Vol. 7, no. 2 (45). P. 7–13. EDN: QCYBET. (In Russ.).
19. Danilov I. D., Puzanova I. A. Logisticheskiye kontseptsii kak istochnik povysheniya pribyl'nosti predpriyatiya [Logistics concepts as a source of increasing enterprise profitability] // *Aktual'nyye Napravleniya Povysheniya Dokhodnosti Biznesa: Problemy, Metody, Resheniya. Current Directions for Increasing Business Profitability: Problems, Methods, Solutions*. Moscow, 2019. P. 46–50. EDN: GIHGGW. (In Russ.).
20. Vaganova O. V., Kumargey A. S. Povysheniye kachestva obrazovatel'nykh uslug na osnove vnedreniya tekhnologii berezhlivogo proizvodstva v NIU «BelGU» [Improving the quality of educational services through the introduction of lean production techniques in «BelSU»] // *Nauchnyy Rezul'tat. Ekonomicheskiye Issledovaniya. Research Result. Economic Research*. 2019. Vol. 5, no. 1. P. 3–10. DOI: 10.18413/2409-1634-2019-5-1-0-1. EDN: RKBFOX. (In Russ.).
21. Belysh K. V. Kompleksnyy podkhod k vnedreniyu i otsenke effektivnosti projektov po berezhlivomu proizvodstvu na promyshlennom predpriyatii [Multipurpose approach to implementation and evaluation the efficiency of the projects on lean production in industrial enterprises] // *Voprosy Innovatsionnoy Ekonomiki. Voprosy Innovatsionnoy Ekonomiki*. 2018. Vol. 8, no. 3. P. 513–530. DOI: 10.18334/vinec.8.3.39364. EDN: YNASCT. (In Russ.).
22. Chertkov V. A. Povysheniye effektivnosti raboty predpriyatiy energeticheskoy sfery na primere vnedreniya sistemy 5S kak instrumenta berezhlivogo proizvodstva [Energy effectiveness of warning in the energy sphere for the basis of line technologies] // *Naukosfera. Naukosfera*. 2021. No. 6–2. P. 138–145. DOI: 10.5281/zenodo.5036401. EDN: GPUKVU. (In Russ.).

KORZHOVA Olga Pavlovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Metal-cutting Machines and Tools Department, Mechanical Engineering Institute, Omsk State Technical University (OmSTU), Omsk.

SPIN-code: 8253-8670

AuthorID (RSCI): 762156

AuthorID (SCOPUS): 57200720669

ORCID: 0000-0002-3711-340X

MAKASHIN Dmitry Sergeevich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Metal-cutting Machines and Tools Department, Mechanical Engineering Institute, OmSTU, Omsk; Associate Professor of Technology of Transport Engineering and Repair of Rolling Stock Department, Omsk State Transport University (OSTU), Omsk.

SPIN-code: 1763-1883

AuthorID (RSCI): 926848

AuthorID (SCOPUS): 57203642272

ORCID: 0000-0002-8297-5551

Correspondence address: dima.makashin@gmail.com

POPOV Peter Evgenyevich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Metal-cutting Machines and Tools Department, Mechanical Engineering Institute, OmSTU, Omsk.

SPIN-code: 9919-9442

AuthorID (RSCI): 518315

AuthorID (SCOPUS): 57200731661

ORCID: 0009-0005-4504-3308

DONOAGA Ilya Evgenyevich, Student of gr. IST-223 of Information Technologies and Computer Systems Faculty, OmSTU, Omsk.

SPIN-code: 2926-8133

AuthorID (RSCI): 1205554

ORCID: 0009-0000-3345-092X

Correspondence address: idonoaga@bk.ru

OBRYVALIN Alexey Viktorovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of Technology of Transport Engineering and Repair of Rolling Stock Department, OSTU, Omsk.

SPIN-code: 4056-8545

AuthorID (RSCI): 540179

ORCID: 0000-0002-0635-9140

Correspondence address: av.obr@yandex.ru

For citations

Korzhova O. P., Makashin D. S., Popov P. E., Donoaga I. E., Obryvalin A. V. Transformation of operational management of machine tools, machine complexes operation with the help of «Operational Management System» // *Omsk Scientific Bulletin*. 2024. No. 1 (189). P. 41–47. DOI: 10.25206/1813-8225-2024-189-41-47.

Received July 11, 2023.

© O. P. Korzhova, D. S. Makashin, P. E. Popov,
I. E. Donoaga, A. V. Obryvalin