

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 630*3

DOI: 10.18324/2077-5415-2022-4-57-63

Проблемы повышения качества отечественного лесного машиностроения

О.А. Куницкая^{1а}, В.А. Макуев^{2б}, Т.Н. Стородубцева^{3с}, Г.А. Калита^{4д}, С.И. Ревяко^{5е}, Р.С. Тимохов^{6ф}

¹ Арктический государственный агротехнологический университет,
Сергеляхское шоссе, 3, Якутск, Республика Саха (Якутия), Россия

² Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал),
ул. 1-я Институтская, 1, Мытищи, Россия

³ Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова,
ул. Тимирязева, 8, Воронеж, Россия

⁴ Тихоокеанский государственный университет, ул. Тихоокеанская, 136, Хабаровск, Россия

⁵ Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А. Кортунова,
ул. Пушкинская, 111, Новочеркасск, Россия

⁶ Ухтинский государственный технический университет, ул. Первомайская, 13, Ухта, Республика Коми, Россия

^а ola.ola07@mail.ru, ^б makuev@mgul.ac.ru, ^с tamara-tns@yandex.ru, ^д g.kalita@mail.ru,

^е revyako77@mail.ru, ^ф pomeo1188@mail.ru

^а <https://orcid.org/0000-0001-8542-9380>, ^б <https://orcid.org/0000-0000-5905-8923>, ^с <https://orcid.org/0000-0002-4925-8542>,

^д <https://orcid.org/0000-0003-3232-6841>, ^е <https://orcid.org/0000-0001-7362-5042>, ^ф <https://orcid.org/0000-0002-1474-7610>

Статья поступила 24.10.2022, принята 03.11.2022

О насущной необходимости поддержки, а потом и возрождения отечественного лесного машиностроения, с разных трибун говорится уже десятки лет. Сложившаяся в настоящее время ситуация на рынке лесных машин и оборудования в России, связанная с санкционной войной и уходом с отечественного рынка большого количества ведущих компаний-производителей лесных машин, таких как Понссе, Комацу и др., предоставляет отечественному машиностроению невиданное со времен развала СССР окно возможностей. Но, к сожалению, российские машиностроительные компании зачастую не готовы эффективно воспользоваться этим, что связано и с не совсем адекватной маркетинговой политикой, и с недостаточно развитой для современного уровня технологической базой. Но прежде всего это связано с таким обширным понятием, как качество выпускаемой продукции. Как известно, понятие «качество» — глобальное и всеобъемлющее, включающее кадровые, технические, технологические и многие другие аспекты. На некоторые из них, связанные с качеством, возможно повлиять на уровне предприятия, при грамотном подходе управленцев, на некоторые — только на уровне министерств и ведомств. В данной статье на основании анализа работы нескольких отечественных машиностроительных компаний и интервью с их ведущими специалистами сделана попытка проанализировать проблемы и возможности повышения качества отечественного лесного машиностроения.

Ключевые слова: лесное машиностроение; управление качеством; лесные машины; качество продукции машиностроения; импортозамещение.

Problems of improving the quality of domestic forest engineering

O.A. Kunitskaya^{1а}, V. A. Makuev^{2б}, T.N. Storodubtseva^{3с}, G.A. Kalita^{4д},
S.I. Revyako^{5е}, R.S. Timokhov^{6ф}

¹ Arctic State Agrotechnological University; 3 km, house 3, Sergelyakhskoe Shosse, Yakutsk, Republic of Sakha, Russia

² Bauman Moscow State Technical University (Mytishchi branch); 1, Institutskaya St., Mytishchi, Russia

³ Voronezh State Forestry University named after G.F. Morozov; 8, Timiryazev St., Voronezh, Russia

⁴ Pacific State University; 136, Tikhookeanskaya St., Khabarovsk, Russia

⁵ Novocheerkassk Institute of Reclamation Engineering named after A. Kortunov; 111, Pushkinskaya St., Novocheerkassk, Russia

⁶ Ukhta State Technical University; 13, Pervomaiskaya St., Ukhta, Republic of Komi, Russia

^а ola.ola07@mail.ru, ^б makuev@mgul.ac.ru, ^с tamara-tns@yandex.ru, ^д g.kalita@mail.ru,

^е revyako77@mail.ru, ^ф pomeo1188@mail.ru

^а <https://orcid.org/0000-0001-8542-9380>, ^б <https://orcid.org/0000-0000-5905-8923>, ^с <https://orcid.org/0000-0002-4925-8542>,

^д <https://orcid.org/0000-0003-3232-6841>, ^е <https://orcid.org/0000-0001-7362-5042>, ^ф <https://orcid.org/0000-0002-1474-7610>

Received 24.10.2022, accepted 03.11.2022

The urgent need to support and then revive the domestic forestry machinery industry has been talked about from different tribunes for decades. The current situation on the market of forest machinery and equipment in Russia, associated with the sanction war and departure from the domestic market of a large number of leading manufacturers of forest machines, such as Ponsse, Komatsu, etc. gives the domestic machine-building industry a window of opportunity unseen since the collapse of the USSR. But, unfortunately, Russian machine building companies are often not ready to use it effectively. It is related to inadequate marketing policy and insufficiently developed technological base. But, first of all, it is connected with such a wide notion as quality of production. As it is known, the concept of "quality" is global and all-embracing, which includes human, technical, technological and many other aspects. Some quality aspects can be influenced on the enterprise level with the competent approach of managers, some aspects can be influenced only on the level of ministries and authorities. In this article, based on the analysis of several domestic mechanical engineering companies and interviews with their leading experts, an attempt has been made to analyze the problems and opportunities to improve the quality of domestic timber industry.

Keywords: forest machine building; quality management; forest machines; quality of machinery products; import substitution.

Введение. Проблема качества, как известно, весьма многогранна. Проблема качества продукции отечественного лесного машиностроения значительно усугубляется полным развалом данной отрасли. Уничтожены специализированные институты и конструкторские бюро, уничтожена большая часть действовавших в СССР специализированных машиностроительных предприятий, уничтожена система подготовки специализированных кадров для лесного машиностроения, утеряны технические и технологические наработки, прервана связь поколений разработчиков лесных машин. Весьма значительные суммы, выделяемые бюджетами различных уровней на развитие лесного машиностроения, «ушли в песок», не дав хоть сколько-нибудь ощутимых результатов. Это, в принципе, широко известные проблемы, которые в настоящее время надо оперативно решать.

Конечно, все проблемы разом решить будет невозможно, как невозможно одновременно обеспечить выпуск лесных машин такого же высокого технического уровня, как у иностранных компаний-производителей, ушедших с российского рынка. Но главное — двигаться в правильном направлении, а для этого надо хорошо знать все подводные камни сложившейся ситуации.

Участники научной школы «Инновационные разработки в области лесозаготовительной промышленности и лесного хозяйства» уделяют много внимания проблемам и перспективам российского лесного машиностроения [1–6], и их наработки позволяют оценить ряд наиболее перспективных направлений.

Цель работы. Сделана попытка проанализировать насущные проблемы и реальные перспективы решения проблемы импортозамещения в области лесного машиностроения в Российской Федерации.

Материалы и методы исследования. Материалами для данной статьи послужили открытые отчетные данные о работе ряда машиностроительных предприятий Российской Федерации, а также мнения их ведущих специалистов, высказанные во время интервьюирования.

Результаты. Помимо энергоэффективности, эргономичности, важнейшим показателем качества лесных машин всегда была их надежность. Достаточно вспомнить историю создания и развития компании Понссе, в основе которой изначально лежало создание надежной машины, способной выдерживать значительные нагрузки, обусловленные работой в лесу. Причем эта машина задумывалась как бюджетная, доступная для мелких и средних лесозаготовительных компаний [7].

К сожалению, в настоящее время в России нет единых подходов к обеспечению надежности лесных машин. На немногочисленных предприятиях этого профиля работа в этом направлении зачастую ведется без какого-либо системного подхода.

Теоретически, широко известны принципы и подходы Системы бережливого производства, модели управления качеством, применяемые в компании Toyota и т. д. Но на российских машиностроительных предприятиях, особенно лесного машиностроения, они полноценно приживаются крайне редко, а их внедрение в большинстве случаев встречает либо тихий саботаж, либо открытое противостояние персонала. Это вполне объяснимый феномен, поскольку, опять же в большей части случаев, высшее руководство предприятий не показывает хоть какой-либо вовлеченности в процесс их внедрения. Начиная с отказа от личного обучения данным подходам и процессам и заканчивая изданием малоадекватных распоряжений и утверждением неадекватных KPI в этой области.

Внедрение Системы бережливого производства требует особого внимания от владельцев бизнеса, которых, как ни странно, часто не сильно волнуют проблемы повышения эффективности деятельности производства. Кроме этого, несмотря на то, что в десятках вузов России учат студентов по направлению подготовки бакалавров 27.03.02 «Управление качеством» и одновременно направлению подготовки магистров 27.04.02, что дает сотни, если не тысячи выпускников данного направления в год, на предприятиях лесного машиностроения не находится необходимых специалистов. Очевидно, что это связано с уничтожением системы подготовки специализированных кадров для лесного машиностроения, какими были инженеры-механики специальности 17.04 «Машины и оборудование лесного комплекса» до введения в России печально известной Болонской системы [8; 9].

Кадровая проблема заключается еще и в том, что выпускаемые в настоящее время вузами технологи-машиностроители — это технологи одной-двух операций (или по сварке, или по сборочным операциям), не обученные видеть технологический процесс комплексно, а без этого Система бережливого производства, очевидно, работать не может.

К сожалению, в настоящее время не наблюдается системного подхода к решению кадрового вопроса по обеспечению качества лесного машиностроения.

Безусловно, на крупных машиностроительных предприятиях, имеющих существенный административный ресурс и не подвергшихся разорению в постсоветские годы, например, ПАО «КамАЗ», внедрены достаточно эффективные системы управления качеством, но крупных лесных машиностроительных заводов в России сейчас нет.

Отметим, что в большинстве случаев современные предприятия лесного машиностроения и не относятся к крупным, времена Онежского и Алтайского тракторных заводов прошли. Немногочисленные отечественные и зарубежные заводы лесного машиностроения — это, по большей части, относительно мелкосерийная постовая сборка, а не полноценный конвейер.

Такие относительно небольшие машиностроительные предприятия изначально не могут «переварить» системы управления качеством, предназначенные для крупных компаний — Toyota и т. д. В связи с этим к немногочисленным оставшимся отечественным специализированным научным коллективам возникает запрос на разработку адекватных (упрощенных) методов (подходов) к организации системы управления качеством (бережливого производства), адаптированной именно к условиям мелких и средних машиностроительных предприятий, учитывающих специфику их потребителей, кадровых проблем (включая менеджмент), финансовые возможности и т. д.

Да, есть стандарт ISO 9001, но в реальной практике большинства отечественных машиностроителей это скорее философский документ, нежели пошаговая инструкция по улучшению ситуации.

В СССР был разработан большой перечень достаточно подробных инструкций, позволяющих имеющим специальное (профильное) образование руководителям выбирать наиболее эффективные траектории повышения качества продукции и процессов ее производства. Сейчас нет и таких инструкций, да и с высшим менеджментом, имеющим профильное образование, зачастую очень большие проблемы. Причем это касается не только лесной отрасли.

Поскольку, как уже было отмечено, предприятия лесного машиностроения — это, во многом, сборочные производства, качество комплектующих очень сильно влияет на качество их продукции. А качество комплектующих зачастую является очень большой проблемой, начиная с качества и доступности отечественного металла. Самой распространенной для отечественных машиностроительных предприятий является сталь 09Г2С — не самая плохая, но и не самая хорошая. Более качественные импортные стали, такие как конструкционная сталь Weldox или износостойкая Hardox, в настоящее время недоступны.

Победные релизы об успехах в области импортозамещения от крупных отечественных металлургических заводов, таких как Новолипецкий металлургический комбинат (НЛМК), Череповецкий металлургический комбинат — ключевой актив дивизиона «Северсталь Российская Сталь» — во многом оказались правдивыми, но их успехи никак не помогли мелким и средним машиностроительным предприятиям, поскольку продажа листов стали российскими металлургами идет от вагона (63 т), а при достаточно мелкосерийном производстве

такие объемы не нужны и связывают и без того небольшие оборотные средства. Но купить необходимую сталь в меньших количествах возможности нет. Более того, на любом машиностроительном предприятии далеко не одна номенклатурная единица необходимой толщины стальных листов. Даже есть взять достаточно ограниченную номенклатуру необходимых производству толщин стальных листов, допустим, 10, — это означает, что предприятию надо закупить 10 вагонов (630 т) стальных листов?! При этом средняя масса выпускаемых машин менее 20 т. Очевидно, что это невозможно. Следовательно, остается закупать только уже упомянутые доступную сталь или 40Х, а они неспособны обеспечить требуемый уровень надежности конструкции машины. Иначе говоря, можно сформулировать проблему так: даже при налаженном отечественными металлургическими заводами выпуске требуемых качественных сталей их невозможно купить небольшими партиями, необходимыми малым и средним машиностроительным заводам. Понятно, что даже при определенном административном воздействии на отечественные металлургические заводы для решения этой проблемы остается еще проблема логистики, связанная с тем, что малые партии стального листа невыгодно возить перевозчикам, ведь та же сталь под сварку, кроме машиностроительного предприятия, мало кому нужна. Эффективным решением данной проблемы, вероятно, будет создание отраслевого «Металлоснаба», который бы мог помогать решать эти вопросы. Было бы очень полезно, если бы данная организация также провела анализ стоимости металлопроката и других метизов, например, попыталась ответить на вопрос — почему отечественный алюминиевый прокат в России стоит значительно дороже, чем за рубежом?

Большой проблемой является качество отечественного двигателестроения, которое, если говорить мягко, оставляет желать много лучшего. Были очень большие надежды на новую серию рядных двигателей компании «Автодизель» — ярославский моторный завод (ЯМЗ), которые разрабатывались с участием австрийских специалистов. Но по этим двигателям осталась масса вопросов с точки зрения качества. Они достаточно часто выходят из строя, их ресурс оказался несколько не больше, нежели у старой линейки, некорректно работает система управления двигателем, и решения этих проблем заводом-изготовителем пока не видно.

Далее добавим проблемы отечественных комплектующих электрической и электронной базы. Практика показывает, что даже в досанкционные времена, когда, например, гидравлика ставилась импортная, а провода и тумблеры — отечественные, по принципу «где тонко — там и рвется», надежность отечественных лесных машин оставалась на достаточно низком уровне. Вместе с тем, приятно отметить, что данную проблему специализированные отечественные предприятия начали более-менее успешно решать, например, в плане производства качественных герметичных разъемов для проводов [10–12].

Следующим проблемным вопросом, решение которого может содействовать решению вышеперечисленных проблем, — стабильный, предсказуемый сбыт продукции отечественных заводов лесного машиностроения. Связанный с санкциями уход иностранных компа-

ний-производителей лесных машин в этом плане ситуацию значительно улучшил [13; 14]. Очевидный факт — требуемое качество достигается только при стабильном выпуске, а значит, и реализации продукции [15]. В подтверждение этому факту можно вспомнить огромное количество рекламаций, которые поступали на немногочисленные трактора одного из крупнейших тракторных заводов России в 90-е гг. XX в. после резкого сокращения объемов выпуска.

Если не будет стабильного сбыта, то решение всех обозначенных выше проблем просто не будет иметь смысла.

Очевидно, что привлечь инвестиции в проект с трудно прогнозируемым будущим практически невозможно, если это, конечно, не бюджетные средства, за эффективное использование которых, как показывает практика, вообще никто не отвечает.

С одной стороны, получается некий замкнутый круг, который можно сформулировать следующим образом: чтобы производить хорошие (качественные) машины, надо иметь стабильный спрос на них, а стабильный спрос будет только на хорошие машины. Причем очевидно, что любое производство, любые конструкции машин проходят этап «детских болезней», которые со временем (с опытом эксплуатации) устраняются. Очень хороший пример в данном случае — основное технологическое оборудование современных лесозаготовительных машин, харвестерные головки, которые прошли длинный эволюционный путь, прежде чем стали пользоваться заслуженным спросом у потребителей [16–18]. Но в это время производство должно работать, получать прибыль, часть которой будет вкладываться в разработки и исследования по дальнейшему совершенствованию машин, а значит, этому производству необходима реализация продукции.

Вспоминая широко известную историю создания и развития компании Понссе, отметим, что в Российской Федерации в настоящее время она не могла бы повториться в связи с огромной бюрократической нагрузкой. Эйнари Виндгрэн в современной России просто не смог бы реализовать свои первые машины, поскольку для этого надо пройти массу кругов бюрократического ада, согласований, сертификаций, получения разрешений, которые стоят немалых денег и немало времени, и которые начинающему стартапу просто неоткуда взять. Это не дает новым идеям и активным людям входить в этот бизнес. В результате в российском машиностроении, не только в лесном, работают бизнесмены, «поднимающиеся» от финансов, а не от металла и конструкций. А это не ведет к появлению новых, прорывных технических и технологических решений, появлению самородков-конструкторов, способных, как Эйнари Виндгрэн, разработать востребованную машину и запустить ее в производство. Результатом является классический застой, ведь специализированных учреждений по разработке новых лесных машин и технологий (НИИ, КБ) в России не осталось. Хотя, безусловно, отдельные перспективные разработки есть [19; 20]. Хорошим примером, которому можно было бы следовать, является голландская компания, выпускающая погрузчики Giant, известные в России как «Муравей». Компанию создал выпускник университета, который

решил сделать для фермы отца небольшой фронтальный погрузчик с «ломающей» рамой. Под проект погрузчика разработчик получил от государства беспроцентный кредит, а также, бесплатно, земельный участок в промышленной зоне для размещения сборочного ангара с уже подведенными электроэнергией и другими инженерными коммуникациями. В данной промышленной зоне имелись и все необходимые производственные мощности (плазменная резка металлов, покрасочные камеры и т. д.). Принцип работы компании принципиально мало отличался от тех же Понссе или Комацу. По чертежам компании-партнеры произвели требуемые сборочные единицы, из которых была собрана первая партия погрузчиков. После их реализации взялись за следующую и т. д. То есть, государство дало данному стартапу все необходимое для начала сборочного производства новой техники. К великому сожалению, в Российской Федерации ситуация зачастую диаметрально противоположна.

Конечно, как уже отмечалось, первый этап выпуска новых машин не обходится без «детских болезней» конструкции [21–23]. Но если машина решает определенные технологические задачи, то начальные «детские болезни», как показывает история развития многих компаний-производителей лесных машин, вполне могут прощаться потребителями [24–26].

Необходимо отдельно отметить тот факт, что крупные машиностроительные предприятия с отлаженным технологическим процессом, скорее всего, не будут решать проблему создания и внедрения ноу-хау [27–30]. У них совсем другие проблемы. Им необходимо обеспечивать стабильный и ритмичный выпуск уже отлаженной в производстве продукции, платить заработную плату, налоги и т. д. Крупным машиностроительным компаниям зачастую сложно вносить даже небольшие конструктивные изменения в свои машины. К примеру, появляется идея поменять в выпускаемой машине гидравлику, брать у нового производителя. Но для этого необходимо провести массу согласований. Далее встают вопросы — купит ли клиент машину с новой гидравликой, и где потом он будет брать оригинальные запасные части, расходные материалы?

Поэтому принципиально новые изделия, которые в дальнейшем могут обеспечить определенный прорыв и развитие новой компании — создателя новых рабочих мест и налогооблагаемой базы — это как раз во многом прерогатива небольших стартапов. А в Российской Федерации для них поддержки не находится.

Также еще раз обратим внимание, что за последние два десятилетия из бюджетов различных уровней выделялись значительные суммы на поддержку и развитие отечественного лесного машиностроения, но к реальным результатам это не привело. Причем в ряде случаев средства выделялись на заранее бесперспективные, провальные проекты. Связано ли это с коррупционной составляющей у лиц, принимающих решение о финансировании конкретных проектов, или просто с их некомпетентностью, — пусть останется за рамками данного анализа современных проблем лесного машиностроения в России. Но отметим, что в ряде интервью разработчики техники (стартаперы) упоминали о требованиях «откатов» со стороны принимавших решения

чиновников, что иногда приводило к решению разработчика отказаться от реализации проекта.

Правда есть немало примеров, когда машиностроительные компании страдают не только и не столько от российской бюрократии, сколько от некомпетентности собственного руководства. Можно привести пример одного машиностроительного предприятия, купившего за миллион долларов США координатно-измерительную машину, но не купившего необходимое программное обеспечение и не задумавшегося об отсутствии кадров, необходимых для работы на этом оборудовании. В результате стол мертвым грузом повис на предприятии. Кстати, к уже упомянутой кадровой проблеме, на многих предприятиях отмечают очень сильный дефицит грамотных инженеров-метрологов.

На основании вышесказанного логично напрашивается вывод о необходимости законодательного выделения опытного производства в машиностроении в отдельное направление с существенным снижением необходимой в дальнейшем бюрократической нагрузки и передаче ее выполнения на государственные структуры и за государственный счет. Речь идет, например, о бухгалтерском учете и, конечно, сертификации безопасности первых машин для продажи.

Помимо всего перечисленного выше, для успешного развития стартапов в области лесного машиностроения, и не только лесного, необходима и методическая помощь. Мало кто из талантливых разработчиков новой техники хорошо разбирается в организации производства. В связи с этим возникает запрос к немногочисленным оставшимся отечественным специализированным научным коллективам на разработку методических рекомендаций, аналогичных, например, «Бизнес-модели организации комплексной заготовки дикорастущего сырья на территории Томской области» (метод. пособие / РАНХиГС, Сиб. ин-т упр.; отв. ред. Т. Г. Скурихина. — Новосибирск: Изд-во СибАГС, 2015 — 134 с.). Данное методическое пособие разработано в целях ознакомления лиц, заинтересованных в создании и организации деятельности малых форм хозяйствования на территории Томской области в сфере организации деятельности по сбору, заготовке и первичной переработке дикорастущего сырья. Здесь рассмотрены заготовительно-приемная деятельность в системе бизнес-процессов заготовки и переработки дикорастущего сырья, основы бизнес-моделирования организации заготовки дикоросов, осо-

бенности организационно-правового регулирования, налогообложения и финансирования деятельности заготовительно-приемного пункта. Пособие включает в себя обзор технологий, применяемых при заготовке дикорастущего сырья, а также технико-экономическое обоснование бизнес-моделей организации заготовки дикоросов.

Надо отметить высокое качество подготовки данной книги, которая, в зависимости от видов и объемов переработки дикоросов, позволяет выбрать оптимальный набор типового оборудования, рассчитать необходимые площади для его размещения, подробно описывает технологический процесс и позволяет прогнозировать финансовые потоки. Именно таких методических рекомендаций, которые, кстати, были в СССР, очень не хватает в настоящее время. Многие стартаперы сталкиваются с проблемой отсутствия доступной информации о правильном выборе станочной базы, организации склада, в зависимости от видов и объемов выпускаемой техники.

Выводы. Для развития отечественного лесного машиностроения и повышения качества его продукции необходимо:

1. Пересмотреть политику в области подготовки кадров.
2. Решить проблему с возможностью закупки небольших партий комплектующих, особенно металлопроката и метизов.
3. Разработать адекватные методические рекомендации по организации небольших машиностроительных производств.
4. Разработать адекватные методические рекомендации по упрощенному внедрению Системы бережливого производства и ISO для небольших машиностроительных компаний.
5. Законодательно выделить опытное производство в машиностроении в отдельное направление с существенным снижением необходимой в дальнейшем бюрократической нагрузки.
6. Оптимизировать систему государственной поддержки производственных стартапов в машиностроении по примеру лучших зарубежных практик.

Работа выполнена в рамках научной школы «Инновационные разработки в области лесозаготовительной промышленности и лесного хозяйства». Часть материалов работы получена при выполнении исследований по гранту Российского научного фонда № 22-26-00009, <https://rscf.ru/project/22-26-00009>

Литература

1. Рудов С.Е., Григорьев И.В. Пути повышения эффективности работы систем машин для сортиментной заготовки древесины // Повышение эффективности лесного комплекса: материалы Седьмой Всерос. нац. науч.-практической конф. с междунар. участием (25 мая 2021 г.). Петрозаводск, 2021. С. 168-169.
2. Рудов С.Е., Григорьев И.В. Правила эффективной эксплуатации форвардеров // Повышение эффективности лесного комплекса: материалы Седьмой Всерос. нац. науч.-практической конф. с междунар. участием (25 мая 2021 г.). Петрозаводск, 2021. С. 166-168.
3. Григорьев И.В., Петров М.Е. Дополнительные технические опции для повышения безопасности, надёжности и энергоэффективности лесных машин // Вестн. АГАТУ. 2021. № 3 (3). С. 73-81.
4. Григорьев И.В., Винокуров С.Л. Сравнение вариантов систем машин для малообъемных лесозаготовок // Вестн. АГАТУ. 2021. № 3 (3). С. 51-62.
5. Григорьев И.В., Рудов С.Е., Каляшов В.А. Транспортно-технологические комплексы на базе лесных машин и самоходных лебедок для проведения рубок леса на склонах // Транспортные и транспортно-технологические системы: материалы Междунар. науч.-технической конф. (15 апр. 2021 г.). Тюмень, 2021. С. 59-62.
6. Григорьев И.В., Рудов С.Е. Перспективы создания транспортных средств для лесозаготовительного производства в арктической зоне // Лесоэксплуатация и комплексное использование древесины: сб. ст. Всерос. науч.-практической конф. (10 марта 2021 г.). Красноярск, 2021. С. 70-74.

7. Григорьев И.В. Параметры и показатели работы перспективного форвардера для малообъемных лесозаготовок // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2018. Т. 6. № 4 (40). С. 21-25.
8. Григорьев И.В., Войнаш С.А. Повышение эффективности подготовки операторов лесных машин // Лесозаготовка и комплексное использование древесины: сб. ст. Всерос. науч.-практической конф. Красноярск, 2020. С. 62-66.
9. Григорьев И.В. Опыт сотрудничества Якутской ГСХА с производителями и дилерами машин и оборудования лесного комплекса // Повышение эффективности лесного комплекса: материалы Шестой Всерос. нац. науч.-практической конф. с междунар. участием (22 мая 2020 г.). Петрозаводск, 2020. С. 47-48.
10. Добрецов Р.Ю., Григорьев И.В. Квазибесступенчатые трансмиссии для лесных гусеничных машин // Лесной вестник. Forestry Bulletin. 2018. Т. 22. № 1. С. 68-77.
11. Добрецов Р.Ю., Григорьев И.В. Перспективные трансмиссии лесных гусеничных машин // Повышение эффективности лесного комплекса: материалы IV Всерос. науч.-практической конф. с междунар. участием (22-23 мая 2018 г.). Петрозаводск, 2018. С. 57-58.
12. Григорьев И.В. Особенности эксплуатации лесных машин в сильные морозы // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности: материалы междунар. науч.-технической конф. молодых ученых (25-26 окт. 2018 г.). Могилев, 2018. С. 102.
13. Воронов Р.В., Марков О.Б., Григорьев И.В., Давтян А.Б. Математическая модель модульного принципа подбора системы машин для создания и эксплуатации лесных плантаций // Изв. высш. учеб. заведений. Лесной журнал. 2019. № 5 (371). С. 125-134.
14. Марков О.Б., Воронов Р.В., Давтян А.Б., Григорьев И.В., Калита Г.А. Математическая модель выбора системы машин для создания и эксплуатации лесных плантаций // Деревообрабатывающая пром-сть. 2021. № 1. С. 16-26.
15. Григорьев И.В. Сервисные контракты для современных лесных машин // Повышение эффективности лесного комплекса: материалы Пятой Всерос. нац. науч.-практической конф. с междунар. участием (22 мая 2019 г.). Петрозаводск, 2019. С. 26-28.
16. Григорьев И.В. Направления совершенствования харвестерных головок // Повышение эффективности лесного комплекса: материалы Шестой Всерос. нац. науч.-практической конф. с междунар. участием (22 мая 2020 г.). Петрозаводск, 2020. С. 45-47.
17. Тамби А.А., Григорьев И.В. Повышение эффективности работы харвестера путем исключения потерь времени на подготовку режущего инструмента // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2020. № 4. С. 12-16.
18. Григорьев И.В. Калибровка харвестерных головок // Наука и инновации: векторы развития: материалы Междунар. науч.-практической конф. молодых ученых (24-25 окт. 2018 г.). Барнаул, 2018. С. 78-82.
19. Григорьев И.В., Просужих А.А., Рудов С.Е. Перспективы использования систем контроля давления в шинах лесных и сельскохозяйственных машин // Машиностроение: новые концепции и технологии: сб. тр. Всерос. науч.-практической конф. студентов, аспирантов и молодых ученых (23 окт. 2020 г.). Красноярск, 2020. С. 40-45.
20. Добрецов Р.Ю., Григорьев И.В., Рудов С.Е., Тетеревлева Е.В., Чемшикова Ю.М. Увеличение подвижности гусеничных и колесных машин // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2019. № 11. С. 4-10.
21. Чемшикова Ю.М., Давтян А.Б., Григорьева О.И. Транспортно-технологические системы для лесоразведения на базе гусеничных вездеходов // Транспортные и транспортно-технологические системы: материалы Междунар. науч.-технической конф. (22 окт. 2020 г.). Тюмень, 2020. С. 400-403.
22. Тетеревлева Е.В., Гринько О.И., Григорьева О.И. Транспортно-технологические машины для тушения лесных пожаров на базе колесных вездеходов // Транспортные и транспортно-технологические системы: материалы Междунар. науч.-технической конф. (22 окт. 2020 г.). Тюмень, 2020. С. 374-377.
23. Григорьева О.И., Давтян А.Б., Гринько О.И., Войнаш С.А. Концепция универсальной машины для выполнения лесохозяйственных работ и тушения лесных пожаров // Машиностроение: новые концепции и технологии: сб. тр. Всерос. науч.-практической конф. студентов, аспирантов и молодых ученых (23 окт. 2020 г.). Красноярск, 2020. С. 45-49.
24. Григорьев И.В., Григорьева О.И. Лесозаготовительные машины на экскаваторной базе // Повышение эффективности лесного комплекса: материалы IV Всерос. науч.-практической конф. с междунар. участием (22-23 мая 2018 г.). Петрозаводск, 2018. С. 45-46.
25. Григорьева О.И. Новая машина для проведения рубок ухода за лесом // Актуальные направления науч. исследований XXI века: теория и практика. 2015. Т. 3. № 2-2 (13-2). С. 116-119.
26. Григорьева О.И., Макуев В.А., Барышникова Е.В., Бурмистрова О.Н., Швецова В.В., Григорьев И.В., Иванов В.А. Перспективы импортозамещения систем машин для искусственного лесовосстановления // Системы. Методы. Технологии. 2022. № 3 (55). С. 78-84.
27. Григорьев И.В., Григорьева О.И. Общие методические вопросы эргономической оценки системы «оператор - производственная среда - машина» // Безопасность и охрана труда в лесозаготовительном и деревообрабатывающем производствах. 2022. № 5. С. 17-22.
28. Григорьев И.В., Григорьева О.И. Постановка задачи экономической оценки улучшения условий труда и безопасности работы операторов лесных машин // Безопасность и охрана труда в лесозаготовительном и деревообрабатывающем производствах. 2022. № 4. С. 43-48.
29. Григорьева О.И., Гринько О.И., Николаева Ф.В. Лесопожарные транспортно-технологические комплексы на базе колесных форвардеров // Транспортные и транспортно-технологические системы: материалы Междунар. науч.-технической конф. (15 апр. 2021 г.). Тюмень, 2021. С. 55-58.
30. Григорьева О.И., Давтян А.Б., Гринько О.И. Перспективы импортозамещения в производстве лесохозяйственных и лесопожарных машин в России // Лесозаготовка и комплексное использование древесины: сб. ст. Всерос. науч.-практической конф. (10 марта 2020 г.). Красноярск, 2020. С. 66-69.

References

1. Rudov S.E., Grigor'ev I.V. Ways to increase the efficiency of systems of machines for assortment timber harvesting // Povyshenie effektivnosti lesnogo kompleksa: materialy Sed'moj Vseros. nac. nauch.-prakticheskoy konf. s mezhdunar. uchastiem (25 maya 2021 g.). Petrozavodsk, 2021. P. 168-169.
2. Rudov S.E., Grigor'ev I.V. The rules of effective operation of forwarders // Povyshenie effektivnosti lesnogo kompleksa: materialy Sed'moj Vseros. nac. nauch.-prakticheskoy konf. s mezhdunar. uchastiem (25 maya 2021 g.). Petrozavodsk, 2021. P. 166-168.
3. Grigor'ev I.V., Petrov M.E. Additional technical options to improve safety, reliability and energy efficiency of forest machines // Vestnik ASAU (Scientific journal of Arctic State Agrotechnological University). 2021. № 3 (3). P. 73-81.
4. Grigor'ev I.V., Vinokurov S.L. Comparison of variants of machine systems for low-volume logging // Vestnik ASAU

- (Scientific journal of Arctic State Agrotechnological University) . 2021. № 3 (3). P. 51-62.
5. Grigor'ev I.V., Rudov S.E., Kalyashov V.A. Transport technological complexes based on forest machines and self-propelled winches for logging on slopes // *Transportnye i transportno-tekhnologicheskie sistemy: materialy Mezhdunar. nauch.-tekhnicheskoy konf.* (15 apr. 2021 g.). Tyumen', 2021. P. 59-62.
 6. Grigor'ev I.V., Rudov S.E. Prospects for creating vehicles for logging production in the Arctic zone // *Lesoekspluatatsiya i kompleksnoe ispol'zovanie drevesiny: sb. st. Vseros. nauch.-prakticheskoy konf.* (10 marta 2021 g.). Krasnoyarsk, 2021. P. 70-74.
 7. Grigor'ev I.V. Parameters and performance of promising forwarder for low-volume logging // *Aktual'nye napravleniya nauchnyh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika.* 2018. V. 6. № 4 (40). P. 21-25.
 8. Grigor'ev I.V., Vojnash S.A. Increasing the effectiveness of forest machine operators training // *Lesoekspluatatsiya i kompleksnoe ispol'zovanie drevesiny: sb. st. Vseros. nauch.-prakticheskoy konf.* Krasnoyarsk, 2020. P. 62-66.
 9. Grigor'ev I.V. Experience of cooperation of Yakutsk State Agricultural Academy with manufacturers and dealers of machines and equipment of forestry complex // *Povyshenie effektivnosti lesnogo kompleksa: materialy SHestoj Vseros. nac. nauch.-prakticheskoy konf. s mezhdunar. uchastiem* (22 maya 2020 g.). Petrozavodsk, 2020. P. 47-48.
 10. Dobrecov R.YU., Grigor'ev I.V. Perspective transmissions of forest tracked machines // *Povyshenie effektivnosti lesnogo kompleksa: materialy IV Vseros. nauch.-prakticheskoy konf. s mezhdunar. uchastiem* (22-23 maya 2018 g.). Petrozavodsk, 2018. P. 57-58.
 11. Grigor'ev I.V. Features of forest machines operation in severe frosts // *Novye materialy, oborudovanie i tekhnologii v promyshlennosti: materialy mezhdunar. nauch.-tekhnicheskoy konf. molodyh uchenykh* (25-26 okt. 2018 g.). Mogilev, 2018. P. 102.
 12. Voronov R.V., Markov O.B., Grigor'ev I.V., Davtyan A.B. Mathematical model of the modular principle of selecting a system of machines for creating and operating forest plantations // *Bulletin of higher educational institutions. Lesnoy zhurnal (Forestry journal).* 2019. № 5 (371). P. 125-134.
 13. Markov O.B., Voronov R.V., Davtyan A.B., Grigor'ev I.V., Kalita G.A. Mathematical model for choosing a system of machines for creating and operating forest plantations // *Derevoobrabatvaushaya promishlennost' (Woodworking industry).* 2021. № 1. P. 16-26.
 14. Grigor'ev I.V. Service contracts for modern forest machines // *Povyshenie effektivnosti lesnogo kompleksa: materialy Pyatoj Vseros. nac. nauch.-prakticheskoy konf. s mezhdunar. uchastiem* (22 maya 2019 g.). Petrozavodsk, 2019. P. 26-28.
 15. Grigor'ev I.V. Directions for improving harvester heads // *Povyshenie effektivnosti lesnogo kompleksa: materialy SHestoj Vseros. nac. nauch.-prakticheskoy konf. s mezhdunar. uchastiem* (22 maya 2020 g.). Petrozavodsk, 2020. P. 45-47.
 16. Tambi A.A., Grigor'ev I.V. Improvement of harvester efficiency by excluding time losses for preparation of cutting tools // *Remont, Vosstanovlenie, Modernizatsiya (Repair, Reconditioning, Modernization).* 2020. № 4. P. 12-16.
 17. Grigor'ev I.V. Calibration of harvester heads // *Nauka i innovatsii: vektory razvitiya: materialy Mezhdunar. nauch.-prakticheskoy konf. molodyh uchenykh* (24-25 okt. 2018 g.). Barnaul, 2018. P. 78-82.
 18. Grigor'ev I.V., Proszuzhih A.A., Rudov S.E. Prospects of using pressure control systems in tires of forest and agricultural machinery // *Mashinostroenie: novye koncepcii i tekhnologii: sb. tr. Vseros. nauch.-prakticheskoy konf. studentov, aspirantov i molodyh uchenykh* (23 okt. 2020 g.). Krasnoyarsk, 2020. P. 40-45.
 19. Dobrecov R.YU., Grigor'ev I.V., Rudov S.E., Teterevleva E.V., CHEmshikova YU.M. Increasing the mobility of crawler and wheeled machines // *Remont, Vosstanovlenie, Modernizatsiya (Repair, Reconditioning, Modernization).* 2019. № 11. P. 4-10.
 20. CHEmshikova YU.M., Davtyan A.B., Grigor'eva O.I. Transport-technological systems for afforestation based on tracked all-terrain vehicles: materialy Mezhdunar. nauch.-tekhnicheskoy konf. (22 okt. 2020 g.). Tyumen', 2020. P. 400-403.
 21. Teterevleva E.V., Grin'ko O.I., Grigor'eva O.I. Transport-technological machines for extinguishing forest fires on the basis of wheeled cross-country vehicles // *Transportnye i transportno-tekhnologicheskie sistemy: materialy Mezhdunar. nauch.-tekhnicheskoy konf.* (22 okt. 2020 g.). Tyumen', 2020. P. 374-377.
 22. Grigor'eva O.I., Davtyan A.B., Grin'ko O.I., Vojnash S.A. The concept of a universal machine for forestry work and extinguishing forest fires // *Mashinostroenie: novye koncepcii i tekhnologii: sb. tr. Vseros. nauch.-prakticheskoy konf. studentov, aspirantov i molodyh uchenykh* (23 okt. 2020 g.). Krasnoyarsk, 2020. P. 45-49.
 23. Grigor'ev I.V., Grigor'eva O.I. Logging machines on the excavator base // *Povyshenie effektivnosti lesnogo kompleksa: materialy IV Vseros. nauch.-prakticheskoy konf. s mezhdunar. uchastiem* (22-23 maya 2018 g.). Petrozavodsk, 2018. P. 45-46.
 24. Grigor'eva O.I. New machine for forest thinning // *Aktual'nye napravleniya nauch. issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika.* 2015. V. 3. № 2-2 (13-2). P. 116-119.
 25. Grigor'eva O.I., Makuev V.A., Baryshnikova E.V., Burmistrova O.N., SHvecova V.V., Grigor'ev I.V., Ivanov V.A. Prospects of import substitution of machinery systems for artificial forest regeneration // *Systems. Methods. Technologies.* 2022. № 3 (55). P. 78-84.
 26. Grigor'ev I.V., Grigor'eva O.I. General methodological issues of ergonomic assessment of the system "operator - production environment - machine" // *Bezopasnost' i ohrana truda v lesozagotovitel'nom i derevoobratyvyushchem proizvodstvah.* 2022. № 5. P. 17-22.
 27. Grigor'ev I.V., Grigor'eva O.I. Setting the task of economic evaluation of improving working conditions and safety of forest machine operators // *Bezopasnost' i ohrana truda v lesozagotovitel'nom i derevoobratyvyushchem proizvodstvah.* 2022. № 4. P. 43-48.
 28. Grigor'eva O.I., Grin'ko O.I., Nikolaeva F.V. Forest-fire transport-technological complexes based on wheeled forwarders // *Transportnye i transportno-tekhnologicheskie sistemy: materialy Mezhdunar. nauch.-tekhnicheskoy konf.* (15 apr. 2021 g.). Tyumen', 2021. P. 55-58.
 29. Grigor'eva O.I., Davtyan A.B., Grin'ko O.I. Prospects of import substitution in the production of forestry and forest-fire machines in Russia // *Lesoekspluatatsiya i kompleksnoe ispol'zovanie drevesiny: sb. st. Vseros. nauch.-prakticheskoy konf.* (10 marta 2020 g.). Krasnoyarsk, 2020. P. 66-69.