

*Bukhtoyarov Leonid Dmitrievich* – Head of Department of Forest Industries, metrology, standardization and certification, FSBEI HE «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», Ph.D. in Engineering, Associate Professor, Voronezh, Russian Federation; e-mail: vglta-mlx@yandex.ru.

*Maljukov Sergey Vladimirovich* – Senior Lecturer Department of Forestry Mechanization and Machine Design, FSBEI HE «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», PhD in Engineering, Voronezh, Russian Federation; e-mail: maljukov-sergejj@rambler.ru.

*Druchinin Denis Yuryevich* – Senior Lecturer Department of Forestry Mechanization and Machine Design, FSBEI HE «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», PhD in Engineering, Voronezh, Russian Federation; e-mail: druchinin.denis@rambler.ru.

DOI: 12737/25211

УДК 630\*232. 337

### СИНТЕЗ СТРУКТУРЫ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННОГО МЕХАНИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА НА БАЗЕ МАЛОГАБАРИТНОГО МОБИЛЬНОГО СИЛОВОГО МОДУЛЯ

доктор технических наук, профессор **Д. Г. Мясищев**

ФГАОУ ВО Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова,  
г. Архангельск, Российская Федерация

В настоящее время в российском лесном секторе экономики не утихают споры и размышления о стратегии и тактике, как лесозаготовительной сферы, так и областях лесовосстановления и лесовозобновления. Это объясняется, прежде всего, существенными противоречиями между крупными лесозаготовительными предприятиями и предприятиями мелкого лесозаготовительного бизнеса. Причем данные сложности имеют свои корни в существенной разнице по поводу технической оснащённости указанных производителей древесины. За основу методики данного исследования взят аналитический анализ многолетних наработок АЛТИ (Архангельский лесотехнический институт) – АГТУ (Архангельский государственный технический университет) – САФУ (Северный (Арктический) федеральный университет) (г. Архангельск) в области механизации лесохозяйственных работ. В течение длительного времени, с середины 80-х годов прошлого века в указанных организациях осуществлялись комплексные исследования малогабаритной лесохозяйственной техники – мотоблоков и минитракторов с технологическими шлейфами машин и орудий. При этом использовался весь инструментарий научно – исследовательских работ: ментальные эвристические методы; методы математического моделирования, методы оптимизации и исследовательские испытания. Работа осуществлялась в тесном контакте с машиностроительными предприятиями региона. Выводами работы следует считать конкретные макетные, экспериментальные и опытные образцы лесохозяйственных машин и орудий на базе шасси малогабаритного мобильного модуля. По результатам многолетней исследовательской деятельности получен патент на изобретение, написаны десятки статей, осуществлены многочисленные научные доклады на исследовательских конференциях. Учебное заведение активно тиражировало и распространяло научно-техническую информацию по создаваемым объектам, на этой базе готовились инженеры и специалисты исследователи.

**Ключевые слова:** лесохозяйственные работы, мобильный модуль, технологический шлейф.

## SYNTHESIS OF STRUCTURE OF FOREST MECHANIZED COMPLEX BASED ON A COMPACT MOBILE POWER MODULE

DSc in Engineering, Professor **D. G. Myasishchev**

FSAEI HE «Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov», Arkhangelsk, Russian Federation

### Abstract

Currently in the Russian forest sector of the economy do not cease arguing and thinking about strategy and tactics, both for logging industry and the areas of afforestation and reforestation. This is primarily due to significant contradictions between the big less-experienced and timber enterprises of small business. Moreover, these difficulties have their roots in the significant difference in the technical equipment of these manufacturers of wood. The methodology of this study is analytical analysis of long-term developments of AFI (Arkhangelsk Forestry Institute) – ASTU (Arkhangelsk State technical University) – NARFU (Northern (Arctic) Federal University) (Arkhangelsk) in the mechanization of forestry work. For a long time, since the mid 80-ies of the last century, these organizations have carried out comprehensive studies of small forestry equipment – tillers and small tractors, machines and tools with technological plumes. We used all the tools of scientific research: mental heuristic methods; mathematical modeling, optimization techniques and research tests. The work was carried out in close cooperation with machine-building enterprises of the region. The findings should be considered as specific prototyping, experimental and prototypes of forest machines and tools on the chassis of compact mobile module. On the results of many years' research activities, a patent for an invention has been received, dozens of articles were written, and numerous scientific presentations at research conferences were made. The University has actively replicated and disseminated scientific and technical information on the created objects, engineers and specialists, researchers has been training on this basis.

**Keywords:** forestry work, mobile module, process loop.

Современное развитие ситуации в отечественной лесной отрасли формирует специфические, характерные именно для России тенденции и направления становления ее лесохозяйственного технологического и технического обеспечения.

Примером для последующих рассуждений можно принять современные арендные отношения в российском лесном комплексе, которые юридически определяются соответствующим договором. При этом важнейшим пунктом данного документа является условие лесовосстановительных и лесовозобновительных мероприятий, которые арендатор принимает на себя. Часто в условиях современных арендных предприятий это положение становится «камнем преткновения» для предприятий малого и среднего лесного бизнеса.

В частности, публикация [8] четко и однозначно указывает на тот факт, что действующий Лесной кодекс не эффективен. Данный вывод приводится в аспекте того, что он сдерживает так необходимое развитие малого и среднего бизнеса на территориях муниципальных образований, ввиду действующих в настоящее время пояснений Минприроды России от 04.02.2016 года № 094-16-29/2164 «О расчете коэффициента для определения расходов на обеспечение про-

ведения мероприятий по охране, защите и воспроизводству лесов». Отсутствие достаточного финансирования для проведения текущего лесоустройства, из-за дороговизны современной зарубежной лесохозяйственной техники и посадочного материала, практически ставит малых и средних предпринимателей перед необходимостью покупать лесные участки под сплошные виды рубок по высоким ценам, либо отказаться от своего бизнеса. При этом четко определены приоритеты крупных лесопромышленных холдингов. В связи с этим можно только предполагать, как бы выглядела ситуация, при условии обеспеченности среднего и малого лесного бизнеса отечественными малогабаритными дешевыми лесохозяйственными агрегатами и технологиями их применения. Однако, это утверждение не противоречит и тому, что сформировавшиеся современные лесопитомники, обеспечивающие посадочным материалом крупных лесопользователей, не всегда оснащены необходимыми малогабаритными, мощностью до 15 кВт (тяговый класс 6 кН и менее), тракторами и самоходными шасси.

Актуальность данной работы, на наш взгляд, основана и на сугубо российских особенностях и проявлениях в сфере природопользования. Это, например,

исторический Законопроект о безвозмездном предоставлении гражданам России мелкоконтурных земельных участков, расположенных в Дальневосточном федеральном округе, находящихся в государственной или муниципальной собственности и свободных от прав третьих лиц. Законопроект, рассмотренный и одобренный на заседании Правительства Российской Федерации 12 ноября 2015 года, требует от конструкторов и ученых поиска новых инновационных решений. А именно оригинальных подходов в вопросах построения перспективной эффективной лесохозяйственной инфраструктуры для реализации указанного направления развития, в том числе и в области механизации лесного хозяйства.

Данная предпосылка применима в полной мере к лесовосстановительным и лесозащитным мероприятиям на мелкоконтурных (площадью до 0,5-1,5 га) участках. А именно: к содействию лесовозобновления как на делянках, гарях, лесных полянах, лесопарковых угодьях, так и на территориях где использование крупногабаритной техники также невозможно по условиям безопасности и экологической несовместимости со средой применения, например террасированные, приречные и приовражные площадки. Кроме того, в отмеченных случаях лесовозобновление это только одна часть комплексной проблемы, а другая ее составляющая, не менее важная – уход за молодыми лесонасаждениями. В настоящее время, по мнению автора, нет специализированной малогабаритной техники, способной эффективно решать задачи содействия лесовозобновлению и ухода в указанных специфических условиях. Во многом данная проблема предопределена отсутствием отечественного малогабаритного самоходного шасси, максимально адаптированного к использованию в разнообразных условиях, характерных для российских лесохозяйственных технологических процессов на мелкоконтурных участках. Далее принята попытка синтеза некоторых положений, призванных обобщить факторы современного состояния отмеченного вопроса и предложить конкретные пути его решения. Следует отметить, что в специальной литературе, особенно в каталогах многочисленных конкретных лесохозяйственных и сельскохозяйственных машин процессы лесовосстановления и ухода за лесом часто касаются проблематики ведения именно малых лесных хозяйств [10].

В историческом масштабе в СССР и РФ задачи механизации технологических процессов в лесном хозяйстве всегда решались на основе системного подхода. В базе таких решений находится система машин как основа комплексной механизации путем создания взаимоувязанных по технологии и производительности комплексов машин и агрегатов, которые обеспечивают выполнение всех производственных процессов, направленных на повышение продуктивности лесов при минимальных затратах труда и средств на единицу выполненной работы [14]. При этом всегда лесовосстановление понимается комплексно – посев, посадка, лесомелиорация, уход за культурами и т.п. В 20-м веке данный подход был платформой планирования создания новой техники как основы комплексной механизации лесного хозяйства [15].

В современном состоянии данной технической области ситуация в принципе сохранилась, но претерпела, на наш взгляд, существенные трансформации. Это связано с указанными выше производственно-технологическими реалиями в лесном комплексе и перспективами его развития. Весьма существенное влияние на этот процесс оказывает широкое внедрение на рынок лесной техники зарубежных поставщиков. Тем не менее, всесторонне учитывая современные международные тенденции, отечественное лесное машиностроение должно оптимально адаптироваться в своем развитии к сложившимся веяниям и обстоятельствам.

Необходимо отметить, что в обозначенную систему машин формально включены энергетические средства и оборудование к ним, перечень которых разработан с учетом тенденций развития отечественного тракторостроения.

Анализируя современное состояние изучаемого вопроса, можно выделить ряд малогабаритных тракторов и тракторных самоходных шасси, которые выступают в качестве лесопромышленных и лесохозяйственных (терминология [5]). Из колесных тракторов в перечень лесохозяйственных тракторов входит трактор «Владимирского тракторного завода» ТЛ-28 (тяговый класс 6 кН, колесная формула 4x4) с шарнирно-сочлененной ходовой частью. Альтернативой ему выступает трактор ТЛ-30 (тяговый класс 9 кН, колесная формула 4x4) выпускаемый заводом имени В.А. Малышева. Оба трактора аналогичны по компоновке и

предназначены для трелевки древесины от рубок ухода, а также могут использоваться в агрегате с различными лесохозяйственными машинами и орудиями, в том числе и для предупреждения лесных пожаров и борьбы с ними. Несомненным достоинством отмеченных тракторов является шарниро-сочлененная конструкция рамы. Это позволяет обеспечить следующие положительные эксплуатационные эффекты: существенно улучшить проходимость и маневренность машино-тракторного агрегата на базе данных тракторов; рационально использовать широкопрофильные шины низкого давления. Последнее указанное обстоятельство имеет большое значение в отношении экологической совместимости ходовой системы машины и лесной почвы. Недостатком указанных тракторов можно считать тот факт, что они являются сугубо тяговой машиной и не имеют возможности перевозить грузы без прицепа или аналогичного дополнительного оборудования, например, канаточерковой оснастки или пачкового захвата.

Как параллельная ветвь рассмотренным лесохозяйственным тракторам выступает модель Т-25АЛ (тяговый класс 6 кН, колесная формула 4x4). Этот малогабаритный колесный трактор аналогичен по достоинствам и недостаткам, рассмотренным Т-28 и Т-30, но имеет важное преимущество – переоборудован в модификацию с большим агротехническим просветом.

Малогабаритный трактор Т-25 и Т-25А (Харьковский и Владимирский тракторные заводы) имеет классическую компоновку (тяговый класс 6 кН, колесная формула 4x2) универсально-пропашного сельскохозяйственного трактора с жесткой рамой, широко распространен, но, по мнению автора, его прерогатива – применение в коммунальном хозяйстве.

Отдельную группу в анализируемой области средств механизации лесохозяйственных работ занимают тракторные самоходные шасси. Как известно [16] эти моторизированные транспортные средства базируются на применении тракторных узлов и агрегатов. Они предназначены для размещения на нем, кроме съемной грузовой платформы, различного технологического оборудования. В настоящее время в лесном хозяйстве широко применяется самоходное шасси Т-16М и СШ-2540 ОАО «Харьковский тракторный завод» и ВТЗ-30СШ ОАО «Владимирский тракторный завод». Эти машины имеют жесткую раму, тяговый

класс 6 кН, колесную формулу 4x2. От обычных тракторов они отличаются компоновочными решениями: двигатель и трансмиссионный блок размещены сзади, а перед кабиной на свободной раме навешиваются рабочие машины и орудия. Наличие грузовой платформы расширяет функциональные возможности агрегата в качестве универсального транспортного средства. Основное достоинство данной техники – высокий дорожный и агротехнический просвет, возможность регулирования колеи и сравнительно высокая проходимость агрегата. Существенным недостатком является недостаточные качества маневренности – относительно большой радиус поворота. В этой связи следует отметить самоходное шасси АГРОМАШ 30/50СШ (ООО «Владимирский моторо-тракторный завод»). Данные конструкции выполнены как классический четырехколесный (4x2) двухосный порталный трактор рамной схемы ходовой части, что, несомненно, обеспечивает лучшую адаптацию этих машин к экстремальным лесохозяйственным условиям. В остальном компоновка машины аналогично указанным ранее объектам Т-16М и ВТЗ-30СШ.

Рассмотренные примеры, в нашем случае лесохозяйственных тракторов и самоходных машин создавались, как правило, на базе производственного опыта заводов-изготовителей. Однако, большой вклад в решение вопросов научных исследований и проектирования данной техники внесли, например кафедра проектирования и расчета специальных лесных машин Ленинградской лесотехнической академии имени С.М.Кирова (ЛТА) и ВНИИЛМ. По нашему мнению достаточно глубокая систематизация отмеченных работ представлена в издании СПбГЛТА [7].

Следует отметить, что практически все указанные малогабаритные тракторы и самоходные шасси создавались именно как универсальная база для различного технологического оборудования. Здесь может быть в навесном и прицепном шлейфе, как почвообрабатывающая рабочая машина, так и землеройный или снегоочистительный рабочий орган. Такой универсализм не всегда оправдан. Например, практика лесохозяйственных работ в реальных условиях зачастую требует иметь управление машино-тракторным агрегатом не из кабины, а из выносного дистанционного пульта управления. При этом ручное управление из кабины порой может быть безболезненно демонтировано для

облегчения шасси трактора, не нарушая функциональных возможностей агрегата, если бы имел место быть дистанционный пульт управления. Кроме того, по нашему мнению, на данном этапе развития средств механизации лесохозяйственных технологических процессов явно назревает концепция мощностного мобильного энергетического средства (ММЭС), спрогнозированного в НАТИ и рассмотренного в работе [9, стр. 83, рис. 2.1]. Речь идет о логисте развития средств мобильных энергетических машин для родственного сельского хозяйства. Следуя указанной зависимости, в настоящее время идет процесс, когда мобильное энергетическое средство, то есть по сути рассматриваемой логисты - современный трактор, постепенно должен «превращаться» в мобильную энергетическую станцию. Это требует соответствующих корректировок для этапа внешнего проектирования мобильных технологических комплексов.

Если обратиться к отмеченной работе [14] то можно заключить, что технологические шлейфы агрегатов для различных лесохозяйственных работ как бы собраны из некоторого изначально разрозненного перечня машин и орудий. При этом намеченный базовый трактор данной системы для отдельных элементов из предусмотренного шлейфа заведомо будет иметь «излишнюю» мощность. Это полностью подтверждает то, что следуя прогнозу в логисте НАТИ, в рассматриваемом случае преобладает доминирующая сейчас тягово-энергетическая концепция трактора [9]. Если рассмотреть современные подходы к выбору компоновок и параметров лесных тракторов, то модульный принцип декларируется, например, в работах [1, 2]. Здесь речь идет о наличии энергетического и технологического модулей. Однако по существу в реальных конструкциях энергетическим модулем является либо уже существующий трактор как таковой, либо передняя полурама серийного шарнирно-сочлененного шасси, где кроме силового агрегата установлена кабина со стационарным постом управления. Эта особенность, видимо, все же приближает отмеченные решения к тягово-энергетической концепции, а энергетический модуль к схеме классического колесного или гусеничного трактора.

В современном сельскохозяйственном машиностроении, по нашему мнению, наиболее приблизились к концепции ММЭС технологические комплексы на

основе пешеходных одноосных минитракторов, то есть мотоблоков. В этом случае могут быть варианты необходимой трансформации поста управления агрегатом – рулевой штанги, а именно: установка ее в требуемое положение относительно корпуса; изменение геометрии штанги, вплоть до ее демонтажа в необходимых случаях (стационарное применение мотоблока). В связи с этим, в работе [12] автор теоретическими методами и на основе экспериментальных результатов пытается доказать это обстоятельство на примере лесохозяйственной системы машин на базе мобильных средств малой механизации. То есть концепция ММЭС требует однозначного единства свойств и качеств как самого энергетического (силового) модуля, его модуля управления, так и компонентов технологического шлейфа.

Обобщая следует, что в предлагаемой работе речь идет о формировании системы для возможного решения обозначенной проблемы. То есть с позиции процесса проектирования рассматриваемого комплекса, мы анализируем как ступень внешнего проектирования [9, стр. 154], то есть этап научно исследовательских работ (НИР) так и этап внутреннего проектирования, в частности стадию опытно – конструкторских работ (ОКР).

На первом этапе, что подчеркивается в указанном первоисточнике [9], основой поиска технических решений являются морфологические методы.

В качестве методов данного исследования нами использованы метод ментальных карт [11] и методы Фрица Цвикки [6].

На рис. 1 представлена графическая интерпретация ментальной карты предлагаемого синтеза, разработанная, основываясь на методических рекомендациях Тони Бьюзена. Данный результат по существу является «идеологической» базой для последующих стадий проектной работы.

Логика и мотивация рассуждений, заложенных в данном изображении, следуют из соответствующих надписей и иллюстраций.

Надписи на фрагментах карты дополняют основные смысловые мотивы предлагаемых решений. Основной комментарий, которым целесообразно дополнить представленное изображение, это то, что компоновочное решение ходовых систем силового модуля и универсального прицепа выполнено по ана-

логии с порталными тракторами (терминология из [5]). Данный подход объясняется предполагаемым использованием компонентов предлагаемого комплекса для выполнения специфических лесохозяйственных работ: по обработке кустарниковых культур, например при ландшафтном строительстве, а также для функционирования в междурядьях, в частности на лесных питомниках.

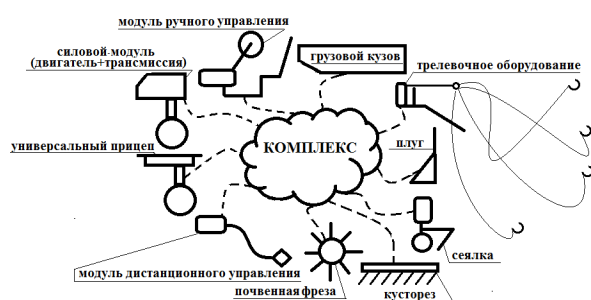


Рис.1. Металлическая карта лесохозяйственного механизированного комплекса на базе малогабаритного мобильного силового модуля

С конца 80-х годов прошлого века, на кафедре Тяговых машин в Архангельском лесотехническом институте имени В.В. Куйбышева (АЛТИ), позже на кафедре Транспортных машин в Архангельском техническом университете (АГТУ), а ныне на кафедре Транспортно-технологических машин, оборудования и логистики в Северном (Арктическом) федеральном университете имени М.В. Ломоносова (САФУ) рассмотренные выше предпосылки пытаются воплотить в жизнь. В частности систематически проводятся научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по созданию малогабаритной лесохозяйственной мобильной техники, адаптированной к указанной перспективной концепции ММЭС. На начальном этапе этих исследований, акцент был сделан на специализированные одноосные минитракторы – мотоблоки [13]. Однако, параллельно с этим, с начала 90-х годов под руководством ныне покойного доцента, кандидата технических наук Сметанина А.С. создавался макетный образец лесного лесохозяйственного малогабаритного минитрактора, который является независимым ядром в рамках рассматриваемой концепции ММЭС. Устройство и конструкция этого образца-концепта интерпретированы информационным содержанием на рис.1 и фотоиллюстрацией его транспортной комплектации на

рис. 2. Минитрактор соответствует ряду нормативных документов, в частности [3, 4]. Следуя принятой терминологии [5], созданный экспериментальный объект является лесохозяйственным порталным колесным минитрактором. Компоновка машины учитывает основные требования [2, 9] предъявляемые к конструкции лесохозяйственных тракторов и построена на использовании шарнирно-сочлененной ходовой системы.



Рис.2. Лесохозяйственный минитрактор – концепт АЛТИ – САФУ с компонентами технологического шлейфа: 1 – силовой модуль; 2 – модуль ручного управления; 3 – грузовой кузов универсального прицепа; 4 – сферический дисковый сошник сеялки; 5 – плуг; 6 – боронка сеялки; 7 – высеивающее устройство лабиринтного типа; 8 – опорный каток сеялки; 9 – элемента крепления навесных орудий; 10 – боковой (левый) вал отбора мощности

Некоторые технические характеристики малогабаритного трактора таковы:

номинальная мощность двигателя.....	8 кВт;
тяговый класс.....	2 кН;
трансмиссия:	
тип .....	шестеренно - цепная, реверсивная, четырехступенчатая;
скорости движения (км/ч).....	min. – 4, max. – 20;
габаритные размеры, мм:	
длина.....	3100;
ширина.....	1750;
высота.....	1670;
база, мм.....	1990;
колесная схема.....	4К2;
колея, мм.....	1475;
наименьший агротехнический просвет, мм.....	440;
масса эксплуатационная, кг.....	950;

шины .....пневматические;  
объем кузова, м<sup>3</sup> ..... 0,32;  
грузоподъемность универсального прицепа, кг..900.

Следует отметить, что минитрактор имеет двухсторонние боковые реверсивные валы отбора мощности, что предполагает осуществить гидрофикацию возможных комплектаций технологических агрегатов и их модулей управления. В случае перспективной модернизации предлагаемого минитрактора, прежде всего в аспекте установки более мощного двигателя (свыше 16 кВт), и применения широкопрофильных шин низкого давления машина может изменить свою терминологическую и видовую принадлежность. Например, по известной классификации из работы [16] исследуемый объект по типу применяемых в нем узлов и агрегатов целесообразно будет относить к лесохозяйственному специальному самоходному шасси.

Одновременно с рассмотренной поисковой работой в АЛТИ - САФУ решались задачи создания и исследования компонентов технологического шлейфа к рассматриваемому лесохозяйственному комплексу (рис.1). В частности, созданы навесной плуг, почвенные фрезы с активным приводом, прицепная лесная сеялка с лабиринтным высевающим устройством, макетный образец трелевочного оборудования. Некоторые элементы указанных рабочих органов и орудий также представлены на рис. 2.

В качестве зарубежных альтернативных подходов следует признать наличие общих рассуждений в

рамках поставленной проблематики, например [17, 18, 19], но все эти результаты не имеют системности и обобщений. Поэтому за некоторый обобщенный результат их принимать не целесообразно.

В настоящее время инициативный исследовательский коллектив САФУ продолжает теоретические и экспериментальные шаги в рассмотренном проблемном направлении.

Во всех научно – технических мероприятиях на осуществленных этапах проектной, производственной и экспериментальной работы активное участие принимали несколько поколений студентов и аспирантов, обозначенных по тексту статьи высших учебных заведений - АЛТИ, АГТУ, САФУ.

### Выводы

1.Современные тенденции в лесозаготовительном производстве, лесном хозяйстве и ландшафтном строительстве, мелиорации, а также государственные перспективы освоения дальневосточных и сибирских незаселенных территорий, указывают на целесообразность создания лесохозяйственного механизированного комплекса на основе концепции малогабаритного мощностного мобильного энергетического средства.

2.Представленная информация о результатах НИР и ОКР, начатых в АЛТИ - АГТУ и теперь осуществляемых в САФУ, указывает на существование научно – технического задела, способного стать фундаментом при решении задач в рамках актуальной проблематики данной статьи.

### Библиографический список

1. Анисимов, Г.М. Новая концепция формирования системы машин на модульном принципе для гибкого лесозаготовительного производства [Текст] / Г.М. Анисимов, // СПб.: Известия СПб Лесотехнической академии. – 1993. – С. 183-193.
2. Бартенев, И.М. Экологизация технологий и машин лесного комплекса [Текст] / И.М. Бартенев, С.А. Родин. – Пушкино: ВНИИЛМ, 2001. – 87 с.
3. ГОСТ 28523-90. Мобильные средства малой механизации сельскохозяйственных работ. Тракторы малогабаритные. Типы и основные параметры [Текст]. – М.: Издательство стандартов. 1990. – 3 с.
4. ГОСТ 15.2.019-2005 ССБТ. Тракторы и машины сельскохозяйственные. Общие требования безопасности[Текст]. – М.: Стандартинформ. – 2010. – 23 с.
- 5.ГОСТ 7155-86.Тракторы сельскохозяйственные и лесохозяйственные. Термины и определения видов. [Текст] – М.: Стандартинформ. – 2016. - 3 с.
6. Джон Джонс Методы проектирования[Текст]. – М.: Наука, 1980. – 255 с.
7. Козьмин, С.Ф. Исследование компоновки лесных колесных тракторов с шарнирной рамой конструкции ЛТА /Лесные тракторы Т-25 АЛ и Т-40АЛ с колесной формулой 4 х 4 и их модификации [Текст] : учебное пособие / С.Ф. Козьмин, М.Я. Дурманов, Г.В. Каршев, С.В. Спиридонов: под общ.ред. В.А. Александрова. -

СПб.: СПбГЛТА, 2010. – 98 с.

8. Кондрашов, С. Коэффициент преткновения [Текст] / С. Кондрашов // Лесной регион. – 2016. – № 11 (191). – С. 1-2.
9. Ксенович, И.П. Тракторы. Проектирование, конструирование и расчет: учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов [Текст] / И.П. Ксенович, В.В. Гуськов, Н.Ф. Бочаров, В.П. Тарасов, М.А. Разумовский: под общ. ред. И.П. Ксеновича. – М.: Машиностроение, 1991. – 544 с.
10. Mechanization for Rural Development: A review of patterns and progress from around the World: Integrated Group Management Vol.20-2013. [Text] Plant Production and Protection division food and agriculture Organization of the United Nations.Rome [2013, Enq.]
11. Ментальные карты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kolesnik.ru>
12. Мясичев, Д.Г. Механизация лесохозяйственных работ агрегатами на основе специализированного мотоблока [Текст] : монография. / Д.Г. Мясичев. – СПб.: Изд. СПб. ГЛТА. 2005. – 206 с. Деп. ВИНТИ 15.04.05, №518 – В2005.
13. Патент 1724025 России (МКИ А01 В3/50). Мотоблок. [Текст] Сенников М.А., Мясичев Д.Г. Россия №4773820; заяв. 26.12.89; опубл. 07.04.92, БИ №13. С.1.
14. Петрик, В.В. Система машин в лесном хозяйстве [Текст] : учебное пособие для вузов / В.В. Петрик, Н.П. Гаевский. / изд. 2, исп. и доп. – Архангельск: АГТУ, 2008. – 160 с.
15. Прохоров, Л.Н. Единая система технологий и машин для лесного хозяйства в условиях социально ориентированной рыночной экономики [Текст] / Л.Н. Прохоров // Материалы научно-практической конференции «Состояние и перспективы развития механизации лесного хозяйства и лесохозяйственного машиностроения в условиях рыночных отношений». Пушкино. ВНИИЛМ, 2000. – С.18-20.
16. Самоходные шасси // Политехнический словарь [Текст] / А.Ю. Ишлинский (гл. ред.) и др. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Советская энциклопедия, 1989. – С. 466-656.
17. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.niubo.info/inwdex.php/en/mulchers-fr/or-tracto688-mulcher-tractor-mitni-forest>
18. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=plXsjD0DmMw>
19. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.scalemates.com/kits/319796-matti-s-mini-s-scheuchschlepp>

### References

1. Anisimov G.M. Novaya koncepciya formirovaniya sistemi mashin na modulnom principe dlya gibkogo lesozagotovitel'nogo proizvodstva [New concept of formation of system of machines on a modular concept for flexible timber production] *SPb.:Izvestiya SPb Lesotekhnicheskoy akademii*. [Proceedings of St. Petersburg forest technical Academy.] 1993, pp. 183-193. (In Russian)
2. Bartenev I.M., Rodin S.A. *Ekologizaciya tehnologiy i mashin lesnogo kompleksa* [Ecologization of technologies and machines for forest complex]. Pushkino, 2011, 87 p. (In Russian)
3. GOST 28523-90. *Mobilnie sredstva maloy mehanizacii sel'skohozyajstvennyh rabot. Traktory malogabaritnye. Tipy i osnovnie parametry*. [State Standard 28523-90. Mobile means of small mechanization of agricultural works. Tractors mA-lovability. Types and basic parameters] Moscow, 1990, 3 p. (In Russian)
4. GOST 15.2019-2005 SSBT. *Traktory i mashiny sel'skohozyajstvennii. Obschie trebovaniya bezopasnosti*. [State Standard. 15.2019-2005 SSBT. Tractors and agricultural machines. General safety requirements] Moscow, 2010, 23 p. (In Russian)
5. GOST 7155-86. *Traktory sel'skohozyajstvennii i lesohozyajstvennii. terminy i opredeleniyavidov*. [Tractors in agriculture and forestry. Terms and definitions of types] Moscow, 2016, 3 p. (In Russian)
6. John Jones. *Metody proektirovaniya*. [design methods] Moscow, 1980, 255 p. (In Russian)
7. Kozmin S.F., Durmanov M.Y., Karshev G.V., Spiridonov S.V. *Issledovanie komponovki lesnih kolesnih trak-*



torov s sharrirnoyramoy konstrukcii LTA / Lesnietraktoty T-25AL i T-40AL s kolesnoyformuloy 4x4 I ihmodifikacii: uchebnoeposobie [Study of the layout of the forest wheeled tractors with articulated frame design of LTA /Forestry tractors T-25 AL and T-40AL with the wheel formula 4 x 4 and their modifications]. Saint-Petersburg, 2010, 98 p. (In Russian)

8. Kondrashov S. Koefficient pretknoveniya [Coefficient block ] *Lesnoy region* [Forest region] 2016, no. 11, (191), pp. 1-2. (In Russian)

9. Ksenevich I.P., Guskov V.V., Bocharov N.F., Tarasov V.P., Razumovskiy M.A. *Traktory. Proektirovanie, konstruirovaniye I raschet* [Design and calculation: a textbook for students of engineering specialties of higher educational institutions] Moscow, 1991, 544 p. (In Russian)

10. Mechanization for Rural Development: A review of patterns and progress from around the World: Integrated Group Management Vol.20-2013. Plant Production and Protection division food and agriculture Organization of the United Nations.Rome [2013, Enq.]

11. Mentalniekarty Available at: <http://kolesnik.ru> (In Russian)

12. Myasischchev D.G. *Mechanizatsiya lesochozyaistvennich rabot agregatami na osnove specializirovannogo motobloka*. [Mechanization of forest work units on the basis of specialized tillers]. Saint-Petersburg, 2005, 206 p. Dep. VINITI 15.04.05, № 518 – B2005. (In Russian)

13. Sennikov M.A., Myasishchev D.G. *Motoblok*. [The tillers] Patent RF no. 1724025, 1992.

14. Petrik V.V., Gaevski N.P. *Sistema mashin v lesnomhozyaistve* [System of machinery in forestry] Arhangelsk, 2008, 160 p. (In Russian)

15. Prochorov L.N. *Edinayasistematologiy i maschindlyalesnogohozyaistvav usloviyachsocialnoorientirovannoyrinocshnoyekonomiki* [A unified system of technologies and machinery for forestry in the conditions of socially oriented market economy] *Materialynauchno – prakticheskoykonferencii«Sostoyanie i perspektivyrazvitiyamechanizatsiilesnogochozyaistva I lesochozyaistvennogomaschinostroeniya v usloviyachrynoschnychotnoscheniy»*. [Materials of scientific-practical conference "State and prospects of development of mechanization of a forestry and forestry machinery in the conditions of market relations"] Puschkino, 2000. pp. 18-20. (In Russian)

16. Ischlinski A.Y. at all. *Samohodnies chassi* [Self-propelled chassis] *Politechnicheskiy sljvary* [dictionary of Economics] Moscow, 1989, pp. 466-656. (In Russian)

17. Available at: <https://www.niubo.info/inwdex.php/en/mulchers-fr/or-tracto688-mulcher-tractor-mitni-forest> (In Russian)

18. Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=plXsjD0DmMw> (In Russian)

19. Available at: <https://www.scalemates.com/kits/319796-matti-s-mini-s-scheuch-schleppe> (In Russian)

### Сведения об авторе

*Мясищев Дмитрий Геннадьевич* – профессор кафедры транспортно – технологических машин, оборудования и логистики, Институт энергетики и транспорта, Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, доктор технических наук, профессор, г. Архангельск, Российская Федерация; e-mail: [d.myasishchev@narfu.ru](mailto:d.myasishchev@narfu.ru)

### Information about author

*Myasishchev Dmitry Gennadievich* – Professor of the chair of transport – technological machines, equipment and logistics, FSAEI HE «Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov», DSc in Engineering, Professor, Arkhangelsk, Russian Federation; e-mail: [d.myasishchev@narfu.ru](mailto:d.myasishchev@narfu.ru)