

УДК 630\*232.337  
DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.1.70

## ПОТЕНЦИАЛ МАЛОЙ МЕХАНИЗАЦИИ В ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ

*Д.Г. Мясищев, д-р техн. наук, проф.*

Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, наб. Северной Двины, д. 17, г. Архангельск, Россия, 163002; e-mail: d.myasishchev@narfu.ru

Представлены аналитические рассуждения о существующих российских тенденциях в области возникновения, существования и перспектив ведения лесного хозяйства на мелкоконтурных лесных участках с учетом возобновления лесных ресурсов и поддержания экологического равновесия на основе индуктивного метода построения логики развития доступных технологий и средств их малой ресурсосберегающей механизации. Индуктивными выводами в работе являются проведение некоторой воображаемой интерполяции в области организации ресурсосберегающей экологически чистой технологии по заданному набору условных экспериментальных точек и составление словесного описания изобретения. Реальная база исследования – современное состояние арендных лесозаготовительных предприятий в условиях действующего в России Лесного кодекса, а также перспективные планы по освоению территорий Дальнего Востока путем предоставления гражданам страны мелкоконтурных земельных участков. Проиллюстрировано воплощение индуктивного метода исследований от разрозненной концепции, как системы дискретных взглядов, до сформировавшегося осмысленного подхода к созданию машинно-технологического комплекса для решения задач повышения ресурсосберегающей и экологической эффективности ведения лесного хозяйства в условиях мелкоконтурных участков. В качестве исходных данных используются собственные результаты теоретических и экспериментальных работ, а также некоторые достижения аспирантов. Рассмотрен значительный временной период практической апробации авторских идей (с 1990-х по 2000-е гг.). Материал статьи включает описания реализованных вариантов устройств и конструкций малогабаритных лесохозяйственных агрегатов, дает представление о потенциальных возможностях средств малой механизации. Приведены соответствующие иллюстрационные материалы и некоторые количественные оценки итогов проделанной работы.

*Ключевые слова:* мелкоконтурный участок, ресурсосбережение, лесовозобновление, уход, посев, минерализация.

### *Введение*

В глобальном аспекте леса составляют основу жизни на Земле [7]. В специальной литературе, особенно в каталогах лесо- и сельскохозяйственных машин, при рассмотрении процессов лесовозобновления и ухода за лесом часто касаются проблематики ведения именно малых лесных хозяйств [10–12].

Современное состояние лесохозяйственных процессов в арендной сфере лесозаготовки и перспективный закон (принят в ноябре 2015 г.) о безвозмездном предоставлении гражданам России мелкоконтурных земельных участков, расположенных в Дальневосточном федеральном округе, требуют

---

*Для цитирования:* Мясищев Д.Г. Потенциал малой механизации в лесохозяйственных технологических процессах // Лесн. журн. 2018. № 1. С. 70–79. (Изв. высш. учеб. заведений). DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.1.70

инновационных решений, рациональных подходов к построению эффективной лесохозяйственной инфраструктуры для всех производственно-экономических направлений развития лесного комплекса России.

Прежде всего этот вывод основан на явно выраженной специфической структуре и состоянии предлагаемых для освоения территорий: отсутствие качественной дорожной сети; пересеченный рельеф местности; значительные лесопокрытые территории; четко оговоренные условия ведения хозяйства в сфере экологии и ресурсосбережения.

Как реальный аналог для дальнейших рассуждений можно принять современные арендные отношения в российском лесном комплексе, которые юридически определяются соответствующим договором. При этом важнейшим пунктом данного документа является условие лесовосстановительных мероприятий, которые арендатор принимает на себя. Часто в случае малых предприятий это относится к лесовосстановительным и лесозащитным мероприятиям на мелкоконтурных (площадь до 0,5...1,5 га) участках. Данная ситуация применима к лесовозобновлению как на вырубках, гарях, лесных полянах, в лесопарковых угодах, так и на территориях, где использование крупногабаритной техники невозможно по условиям безопасности и ввиду экологической несовместимости со средой применения (например, террасированные, приречные и приовражные площади). В настоящее время отсутствует специализированная малогабаритная техника, способная решать задачи лесовозобновления в таких специфических условиях. Кроме того, необходимо отметить, что этих случаях лесовозобновление это только часть комплексной проблемы, другая и не менее важная ее составляющая – уход за молодыми лесонасаждениями.

Цель нашей работы – на основе обобщения оригинальных авторских материалов по практике применения технологий и машин малой механизации при проведении лесовозобновления на мелкоконтурных участках лесозаготовок с сохранением лесной среды выбрать такую модель взаимодействия компонентов региональной системы «малое арендное лесное предприятие – орган власти», при которой исходные ситуационные данные наилучшим образом обеспечили бы экологическое ресурсосбережение в лесном хозяйстве.

#### *Объекты и методы исследования*

В основу индуктивных предпосылок исследования положена разработанная автором дискретная концепция лесохозяйственной системы машин на основе мобильных средств малой механизации [2] как технической базы, которая минимизирует отрицательное экологическое воздействие на лесную среду. В фундамент концепции положен блочно-модульный принцип проектирования и изготовления технологических, в том числе и лесохозяйственных, машин и орудий, т. е. использование универсального энергоблока – специализированного для данной отрасли базового шасси и шлейфа сменного рабочего оборудования.

Нами был применен метод экспертных оценок – процедура «Дельфи» на базе контингента ведущих специалистов лесного хозяйства Северного (Арктического) федерального университета им. М.В. Ломоносова (САФУ), Северного научно-исследовательского института лесного хозяйства (СевНИИЛХ) и практиков Архангельского управления лесами. В итоге были предложены

возможные концепции построения ресурсосберегающей и экологически чистой лесохозяйственной системы агрегатов на шасси специализированного мотоблока. Структурное содержание системы в единстве с технологическим использованием ее элементов представлено на рис. 1.

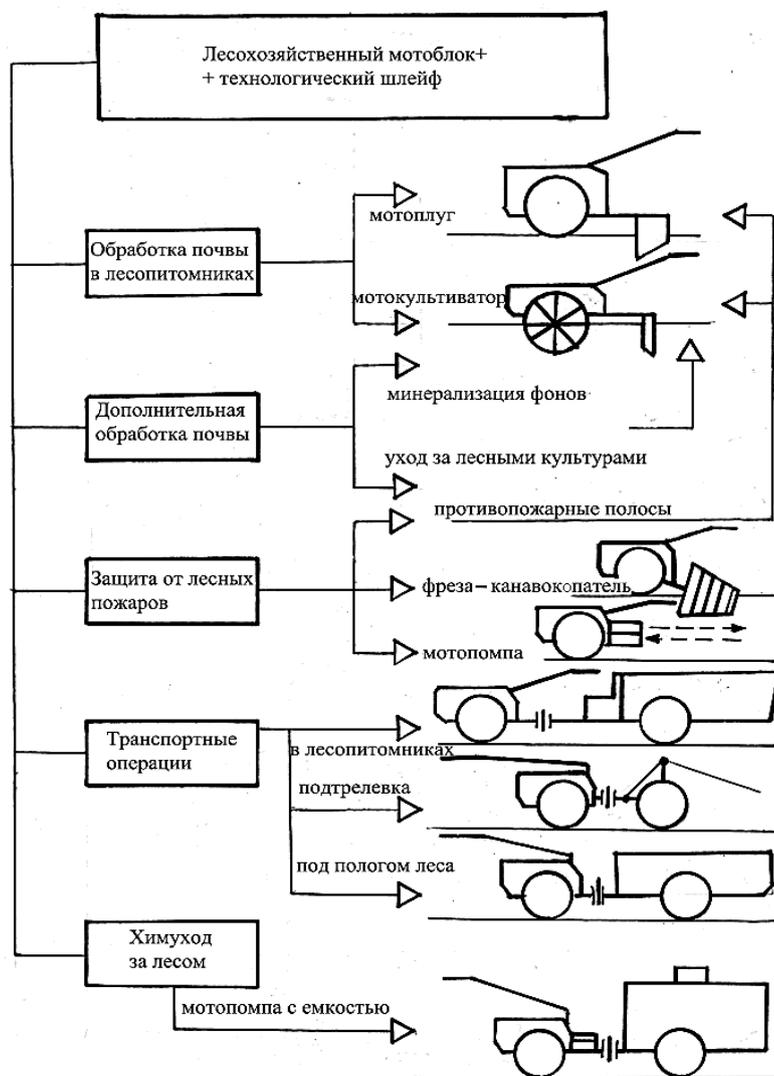


Рис. 1. Дискретная концепция системы малой механизации

Данное направление не утратило актуальности и сейчас. С. Кондрашов [1] четко и однозначно указывает на тот факт, что действующий Лесной кодекс не эффективен и сдерживает развитие малого и среднего бизнеса ввиду действующих в настоящее время пояснений Минприроды России от 04.02.2016 г. № 094-16-29/2164 «О расчете коэффициента для определения расходов на обеспечение проведения мероприятий по охране, защите и воспроизводству лесов». Отсутствие достаточного финансирования для проведения текущего лесоустройства, дороговизна современной зарубежной лесохозяйственной техники и посадочного материала практически ставят малых и средних предпринимателей перед необходимостью покупать лесные участки под сплошные виды рубок по высоким ценам либо отказываться от своего

бизнеса. При этом интересы крупных лесопромышленных холдингов защищены законом. Можно только предполагать, как бы выглядела ситуация при условии обеспеченности среднего и малого лесного бизнеса отечественными малогабаритными дешевыми лесохозяйственными агрегатами и технологиями их применения. Несомненно, что и для участков лесничеств наличие дешевых, малогабаритных, маневренных и экологически чистых средств малой механизации лесохозяйственных технологических процессов необходимо, но требует соответствующих финансовых вложений.

#### *Результаты исследования и их обсуждение*

В соответствии с Лесным кодексом лесопользователю, имеющему специальные знания и получившему участок для заготовки древесины, вменяется в обязанность выполнение лесосечных и лесовосстановительных работ. Но он, как правило, обладает ограниченными средствами для приобретения ресурсов (лесохозяйственных машин, рабочей силы и т.д.). Сложившаяся в России в XX в. практика проведения лесозаготовок и лесовосстановления с использованием энерго- и ресурсозатратных технологий продолжается, часто нанося урон естественным воспроизводственным способностям леса.

В этом отношении альтернативой могут быть результаты исследований, проведенных в 2013–2014 гг. на дренированных вырубках мелкоконтурных участков Архангельского лесничества [8], где были осуществлены опытные посевы ели обыкновенной с использованием экспериментального оборудования на базе мотоблока с устройством предпосевной магнитной обработки посевного материала (рис. 2).



Рис. 2. Ресурсосберегающий малогабаритный посевной агрегат на базе мотоблока

Посевной агрегат состоит из рамы навески, дискового сошника, высевающего аппарата, магнитного семяпровода в виде брахистохрона. Семена после облучения магнитным полем попадают в почву. Экспериментально определен необходимый уровень магнитной индукции (24 мТл), при которой обеспечивается максимальный положительный эффект (при прочих равных условиях) для оцениваемых параметров семян.

До настоящего времени основным способом содействия естественному возобновлению являлась минерализация почвы, т. е. удаление напочвенного покрова, препятствующего прорастанию семян и росту самосева. Чаще всего при этом пользовались различного вида покровосдирателями, рыхлителями, культиваторами и фрезами, которые монтировались на массивных металлоемких тракторных шасси и требовали значительных вложений на приобретение, эксплуатацию и т. д. Кроме того, их маневренные качества весьма невысоки, а прокладка протяженных минерализованных полос при одновременном применении технологии корчевки пней имеет известные всем печальные

экологические последствия – эрозию лесных почв, подпневные ямы-котлованы и т. п. В условиях мелкоконтурных лесных участков они как «слоны в посудной лавке». Однако и штыковая лопата хоть и проста в обслуживании, экологически безвредна, но весьма трудозатратна и требует привлечения большого количества людских ресурсов.

Нами предложен апробированный экспериментальный мотоагрегат (рис. 3), состоящий из базового мотоблока оригинальной конструкции и теоретически обоснованного [4], а затем и созданного технологического оборудования, имеющего внешнее сходство с классическим сельскохозяйственным мотоплугом.

Рис. 3. Ресурсосберегающий агрегат для минерализации почвы в целях содействия естественному лесовозобновлению



Исследовательские испытания [5], проведенные в июле 2014 г. на участках дендрария САФУ, позволили выявить технологические условия, которые необходимо обеспечить для эффективного применения данной машины в целях содействия естественному лесовозобновлению, т. е. для максимизации производительности при минимизации энергоемкости. Установлена возможная норма выработки этого агрегата в следующих условиях: объем 360 м<sup>2</sup>/ч, или 2880 м<sup>2</sup> (0,3 га) минерализованных площадок за 8-часовую смену. Производительность агрегата для минерализации почвы в 17 раз выше по сравнению с ручными работами. При его использовании достигается практически 100 %-я степень механической минерализации полосы, что выше, чем у существующих отечественных тракторных агрегатов (70 %) и при использовании конной тяги (65 %).

Посевы культур, кроме территорий вырубок и площадок под пологом древостоя, требуется осуществлять и на высоких скоростях движения посевного агрегата (например, вдоль заброшенных волоков, лесовозных усов и магистралей, по их колеям, вдоль кромок котлованов и карьеров на лесных территориях), где тихоходный агрегат на базе минитрактора будет малопродуктивным, несмотря на ресурсосберегающий эффект. В полной мере это относится и к сфере ландшафтного строительства на лесопарковых территориях.

Для решения данных задач был предложен действующий макетный образец лесопосадочного агрегата на шасси мотоцикла [9] (рис. 4).

Экспериментальный посев был проведен 17 июня 2012 г. на трех участках, выделенных Архангельским лесхозом в Приморском лесничестве. Все участки имеют дренированные супесчаные почвы. Участок № 1 располагается вблизи песчаного карьера, выведенного из эксплуатации в 2004 г. При расчистке территории для подъезда транспорта была произведена сплошная рубка леса на участке размером 400×300 м. Участок № 2 – выведенный

Рис. 4. Быстроходный посевной агрегат на шасси мотоцикла



из эксплуатации в 2010 г. «зимник» шириной 5 м и длиной 250 м. Участок № 3 использовался в качестве верхнего склада (размер 150×250 м), выведеного из эксплуатации в 2003 г.

Низкий расход топлива, высокая эффективность, возможность эксплуатации шасси отдельно от навесного оборудования, наличие транспортного положения и возможность быстро передвигаться по дорогам общего пользования выгодно отличают мотошасси от других средств малой механизации. В результате опытного посева ели обыкновенной грунтовая всхожесть составила 12 %. Однако мотошасси требует серьезной модификации в плане снижения рабочей скорости движения при технологическом процессе.

Проведенные экспериментальные испытания показали, что применение рассмотренных лесовосстановительных технологий требует подготовки участка работ (создание технологических коридоров или площадок, где будет осуществлен высев семян). При этом исключается корчевка пней, а основная ручная технологическая операция – уборка сучьев и порубочных остатков на траекториях движения агрегатов.

Основные положительные эффекты, достигнутые при использовании рассмотренных операций по лесовозобновлению:

исключается технологическая операция корчевки пней;

повышается всхожесть семян в связи с ослаблением отрицательного влияния травянистой растительности;

снижается вероятность болезней и повреждений от древесных вредителей;

более равномерно сохраняется влага в поверхностном слое полосы минерализации, что важно для районов северотаежной и среднетаежной подзон тайги в засушливые летние периоды;

ускоряется рост всходов за счет перемешивания органических и минеральных горизонтов на суглинистых и торфянистых почвах в условиях микроповышений (гребней) на полосах,

Если сегодня не использовать ресурсосберегающие технологии ухода за потенциальными культурами на мелкоконтурных лесных участках, то в ближайшем будущем целлюлозно-бумажные комбинаты начнут испытывать острый дефицит сырья. Частично проблема может быть решена путем создания плантаций быстрорастущих пород на близлежащих к лесопереработчику территориях. Работы по подбору ассортимента пород для плантационного выращивания на Европейском Севере были проведены лабораторией интродукции древесных растений СевНИИЛХа. В результате одной из наиболее перспективных пород для ускоренного выращивания древесины в странах с умеренным климатом была признана сосна скрученная широколиственная. Экспериментальная рубка ухода [6] с использованием малогабаритного лесотранспортного агрегата осуществлена на участке хвойных интродуцентов ПХИ 83 (делянка площадью 0,45 га) дендрологического сада СевНИИЛХа.

Заслуживает внимания практический опыт применения упомянутого выше малогабаритного лесотранспортного агрегата при рубках ухода в условиях ландшафтного строительства на участках лесопарковой зоны пос. Талаги Архангельской области (рис. 5) [3].

Рис. 5. Малая механизация при рубках ухода в лесопарковой зоне



Опытный процесс рубки ухода в практических условиях был проведен по следующей технологической схеме:

- подготовка площадки верхнего склада;
- срезание в лесном массиве намеченных для ухода деревьев и кустарников мотокусторезом;
- обрезка крупных сучьев поваленных деревьев и при необходимости раскряжевка их стволов бензопилой по габариту кузова прицепа;
- подготовка магистрального волока;
- окучивание срезанной древесины по пути движения лесотранспортного агрегата;
- погрузка вручную биомассы на прицеп лесотранспортного агрегата при заданном маршруте движения машины;
- транспортировка древесины на верхний склад участка;
- разгрузка вручную транспортного средства и окучивание древесного сырья.

В качестве положительных моментов при эксплуатации лесотранспортного агрегата в лесоводственном аспекте можно выделить ускоренное созревание промышленно значимых (хвойных) древостоев; в экологическом – улучшение рекреационных свойств лесов, снижение пожароопасности участков после рубок ухода, ликвидация очагов для развития древесных болезней и активизации вредных насекомых в оставленном древостое; в промышленном – возможность переработки на верхнем складе участка вывезенной биомассы непосредственно в строительные материалы и древесный уголь (например, по технологии Красноярского государственного технического университета).

#### *Заключение*

На основании представленного выше обзора исходных данных для индуктивного подхода к экологическому ресурсосбережению при мелкоконтурном ведении лесного хозяйства и с учетом выявленных реальных заинтересованностей хозяйствующих субъектов и действующего лесного законодательства Российской Федерации можно сформулировать следующие рекомендации по эффективному ведению лесовозобновительных процессов на мелкоконтурных участках.

1. Применение ресурсосберегающих экологически чистых технологий по лесовозобновлению и уходу за лесными культурами с использованием малогабаритной техники в условиях малых и средних лесных предприятий при сохранении контроля со стороны специализированных структур лесной охраны.

2. Использование арендаторами лесных участков – предприятиями среднего и малого бизнеса всего потенциального спектра технологических процессов с привлечением малой механизации и мототехники в качестве шасси лесохозяйственных агрегатов.

3. Изыскание региональными органами власти инвесторов для финансирования разработки технических заданий и изготовления лесохозяйственных агрегатов на шасси мотоблоков и мототехники для лесных предприятий среднего и малого бизнеса с целевой ориентацией на ресурсосберегающие технологии лесовозобновления и ухода за молодняками.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кондрашов С. Коэффициент преткновения // Лесн. регион. 2016. 20 июня. (№ 11 (191)). С. 1–2.
2. Мясищев Д.Г. Механизация лесохозяйственных работ агрегатами на основе специализированного мотоблока: моногр. СПб.: СПбГЛТА, 2005. 206 с. Деп. ВИНТИ 15.04.05, № 518–В2005.
3. Мясищев Д.Г., Маковеев Д.Е. Использование средств малой механизации для вывозки отходов рубок ухода в парковых зонах // Лесн. журн. 2014. № 1. С. 81–87. (Изв. высш. учеб. заведений).
4. Мясищев Д.Г., Вилчес Руис Эрик Доминго. Оптимизация конструктивных и технологических параметров покровосдирателя-рыхлителя для лесовозобновления на базе мотоблока // Науч. обозрение. 2015. № 9. С. 36–41.
5. Мясищев Д. Г., Вилчес Руис Эрик Доминго. Испытания мотоагрегата для минерализации почвы // Аграр. наука. 2016. № 1. С. 29–30.
6. Прокопьев А.Ф., Мясищев Д.Г. Технологический комплекс для рубок ухода в молодняках на базе энергетических установок мотоинструмента // Лесн. хоз-во. 2009. № 3. С. 41–43.
7. Птичников А.В., Е.В. Бубко, А.Т. Загидуллина и др. Добровольная лесная сертификация / под общ. ред. А.В. Птичникова. М.: Всемир. фонд дикой природы (WWF России), 2011. 175 с.
8. Хинчук Д.Г. Обоснование структуры и параметров лесной сеялки на базе мотоблока: дис. ... канд. техн. наук. Архангельск, 2014. 156 с.
9. Якимов В.А., Мясищев Д.Г. Экспериментальное исследование лесного посевного агрегата на базе мотошасси // Актуальные направления научных исследований XXI в. Теория и практика. Воронеж: ВГЛТА, 2014. С. 95–98.
10. Mado T. Bringing Mechanized Agriculture Services to Smallholder Farmers. Proc. Borlaug Symposium, Addis Ababa, July 2010.
11. Kienzle J., Ashburner J.E., Sims B.G., eds. Mechanization for Rural Development: a Review of Patterns and Progress from Around the World. Integrated Crop Management. Vol. 20-2013. Rome: Plant Production and Protection Division. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013.
12. Sims B.G., Kienzle J., Cuevas R., Wall G., eds. Addressing the Challenges Facing Agricultural Mechanization Input Supply and Farm Product Processing. Proc. FAO Workshop, CIGR World Congress on Agricultural Engineering. Bonn, Germany, 5–6 September 2006. Agricultural and Food Engineering Technical Report 5. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2007.

Поступила 27.09.17

UDC 630\*232.337

DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.1.70

### Potential of Small-Scale Mechanization in Forestry Technological Processes

*D.G. Myasishchev, Doctor of Engineering Sciences, Professor*

Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov,

Naberezhnaya Severnoy Dviny, 17, Arkhangelsk, 163002, Russian Federation;

e-mail: d.myasishchev@narfu.ru

The paper presents analytical reasoning on the existing Russian trends in the occurrence and prospects of forest management in small-scale plots of renewal of forest resources and maintenance of ecological balance, based on the inductive method of logistics construction of the available technologies development and low resource-saving mechanization. Inductive conclusions in the work are the implementation of some imaginary interpolation in the organization of resource-saving environmentally friendly technology based on a set of conditional experimental points and the composition of a verbal description of the invention. The real basis of the research is the current state of leased forestry enterprises in the context of the Forest Code in Russia, as well as long-term plans for the development of the Far East territories by providing small-scale plots to citizens of the country. The author illustrates the implementation of an inductive research method from a disjointed concept, as a system of discrete views, to a developed meaningful approach to the creation of a computer-technological complex for solving problems of increasing the resource-saving and ecological efficiency of forest management in small-scale plots. We use our results of theoretical and experimental work as initial data, as well as some achievements of postgraduate students. Significant period for the practical testing of author's ideas (from the 1990s to the 2000s) is considered. The article presents descriptions of the implemented options for devices and structures of small-scale forestry units; gives an idea of the potential performance capabilities of small-scale mechanization. Appropriate illustrative materials and some quantitative estimates of the results of the work done are provided.

*Keywords:* small-scale plot, resource conservation, reforestation, tending, seeding, mineralization.

#### REFERENCES

1. Kondrashov S. Koeffitsient pretkoveniya [Coefficient of Stumbling]. *Lesnoy region*, 2016, no. 11(191), pp. 1–2.
2. Myasishchev D.G. *Mekhanizatsiya lesokhozyaystvennykh rabot agregatami na osnove spetsializirovannogo motobloka: monogr.* [Mechanization of Forestry Operations by Units on the Basis of a Specialized Rotary Cultivator]. Saint Petersburg, SPbSFTA Publ., 2005. 206 p. (In Russ.)
3. Myasishchev D.G., Makoveev D.E. Ispol'zovanie sredstv maloy mekhanizatsii dlya vyvozki otkhodov rubok ukhoda v parkovykh zonakh [Use of Small-Scale Mechanization to Remove Thinning Waste in Parks]. *Lesnoy zhurnal* [Forestry journal], 2014, no. 1, pp. 81–87.
4. Myasishchev D.G., Vilches Ruis Aeric Domingo. Optimizatsiya konstruktivnykh i tekhnologicheskikh parametrov pokrovosdiratelya-rykhlitelya dlya lesovozobnovleniya na baze motobloka [Optimization of Constructive and Technological Parameters of the Scarifier-Ripper for Reforestation on the Basis of a Rotavator]. *Nauchnoe obozrenie*, 2015, no. 9, pp. 36–41.

---

*For citation:* D.G. Myasishchev. Potential of Small-Scale Mechanization in Forestry Technological Processes. *Lesnoy zhurnal* [Forestry journal], 2018, no. 1, pp. 70–79. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.1.70

5. Myasishchev D.G., Vilches Ruis Aeric Domingo. Ispytaniya motoagregata dlya mineralizatsii pochvy [Test Motoaggregate for Soil Mineralization]. *Agrarnaya nauka* [Agrarian Science], 2016, no. 1, pp. 29–30.

6. Prokop'ev A.F., Myasishchev D.G. Tekhnologicheskiy kompleks dlya rubok ukhoda v molodnyakakh na baze energeticheskikh ustanovok motoinstrumenta [Technological Complex for Thinning in Young Forests on the Basis of Power Plants of Power Tools]. *Lesnoe khozyastvo*, 2009, no. 3, pp. 41–43.

7. Ptichnikov A.V., Bubko E.V., Zagidullina A.T., eds. *Dobrovol'naya lesnaya sertifikatsiya* [Voluntary Forest Certification]. Moscow, WWF of Russia Publ., 2011. 175 p. (In Russ.)

8. Khinchuk D.G. *Obosnovanie struktury i parametrov lesnoy seyalki na baze motobloka*: dis. ... kand. tekhn. nauk [Justification of the Structure and Parameters of a Rotavator-Based Tree-Seed Drill: Cand. Eng. Sci. Diss.]. Arkhangelsk, 2014. 156 p.

9. Yakimov V.A., Myasishchev D.G. Eksperimental'noe issledovanie lesnogo posevnogo agregata na baze motoshassi [Experimental Research of a Forest Seeding Unit on the Basis of a Motor Chassis]. *Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI v. Teoriya i praktika* [Up-To-Date Sectors of Scientific Research in the 21st Century. Theory and Practice]. Voronezh, VSUFT Publ., 2014, pp. 95–98. (In Russ.)

10. Mado T. Bringing Mechanized Agriculture Services to Smallholder Farmers. *Proc. Borlaug Symposium, Addis Ababa, July 2010*.

11. Kienzle J., Ashburner J.E., Sims B.G., eds. *Mechanization for Rural Development: a Review of Patterns and Progress from Around the World. Integrated Crop Management. Vol. 20-2013*. Rome, Plant Production and Protection Division. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013.

12. Sims B.G., Kienzle J., Cuevas R., Wall G., eds. Addressing the Challenges Facing Agricultural Mechanization Input Supply and Farm Product Processing. *Proc. FAO Workshop, CIGR World Congress on Agricultural Engineering. Bonn, Germany, 5–6 September 2006. Agricultural and Food Engineering Technical Report 5*. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2007.

Received on September 27, 2017

---