

**Е.М. Царев, К.П. Рукомойников, И.С. Анисимов, Н.С. Анисимов,  
И.Н. Багаутдинов, В.Е. Макаров**

## **СМЕННЫЕ МОДУЛЬНЫЕ РАБОЧИЕ ОРГАНЫ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ МАШИН**

*Введение.* С незапамятных времен и по сей день лесное хозяйство является одной из важнейших отраслей российской экономики [Онопrienко и др., 2017; Берлизев, Яценко, 2021]. Ее цели:

1. зондирование и таксация лесов: специалисты лесного хозяйства проводят исследования и собирают данные о лесных экосистемах, включая информацию о породах деревьев, возрасте, состоянии и других факторах, влияющих на рост и благосостояние лесов;

2. репродукция лесов: лесоводы работают над обеспечением устойчивого роста лесов путем посадки новых деревьев и создания благоприятных лесных условий для роста и развития;

3. профилактика и защита от пожаров, вредителей и болезней: работники лесного хозяйства отслеживают признаки возникновения пожаров, нашествия насекомых и вспышки болезней, принимают соответствующие меры для их предотвращения или контроля этих угроз;

4. регулирование лесопользования: органы управления лесами способствуют устойчивому лесопользованию и защите окружающей среды;

5. наблюдение и надзор за эксплуатацией лесных ресурсов: работники сферы лесного хозяйства следят за заготовкой древесины и прочей древесной и недревесной продукции без вреда к окружающей среде и без их тощаемости согласно Лесному кодексу Российской Федерации.

Основной и важнейшей задачей лесного хозяйства является организация рационального использования и сохранения лесов. В этом прослеживается тесная связь с лесной промышленностью [Медведев, Зырянов, 2022].

Лесозаготовительная промышленность – ключевой сектор лесного хозяйства, занимающийся заготовкой, вывозкой древесины, а также первичной и частичной переработкой круглого леса и утилизацией отходов.

Современная лесозаготовительная отрасль постоянно развивается. В настоящее время при заготовке и переработке древесины используют модульные объекты (машины), представляющие собой машины-конструкторы, служащие основой для другой техники. Чаще всего основой является трактор, к которому блочно крепят дополнительные технологические модули [Радванский, 2019].

Общая компоновка лесозаготовительных машин (ЛЗМ) базируется на принципах модульного построения, а именно на принципе двухмодульного проектирования [Валяжонков и др., 2012; Ворков, 2012; Демидов, 2016; Быковский и др., 2021]. Лесозаготовительная машина (ЛЗМ) состоит из тягача (энергетического модуля) и навесного оборудования (технологического модуля) [Валяжонков и др., 2012; Демидов, 2016]. Навесное оборудование современных лесозаготовительных машин включает манипуляторное оборудование (сам манипулятор) и рабочий орган для выполнения заданных операций. В зависимости от выполняемых операций различают следующие виды рабочих органов лесозаготовительных машин [Кондратюк, 2012]:

1. у форвардеров – клещевой захват;
2. у харвестеров – валочно-сучкорезно-раскряжевочная головка;
3. у сучкорезных машин – сучкорезная головка;
4. у валочно-пакетирующих машин – валочная головка.

Успех на рынке лесозаготовительных компаний определяется:

- использованием надежных и эффективных машин и оборудования [Памфилов и др., 2021]. Это относится как к энергетическому, так и к технологическому модулям;
- во-вторых, расширением ассортимента используемых технологических модулей.

Например, для защиты лесов от пожаров привлекаются специальные пожарные вспомогательные машины (колесных трех- и четырехосные гусеничные вездеходы, тракторы, траншеекопатели и фрезерные полосопрокладыватели). Вместо них возможно в этот период использовать для тушения пожаров саму лесозаготовительную технику со сменными технологическими модулями [Martin-Fernandez et al., 2002; Mitsopoulos et al., 2015; Smith et al., 2016; Lepoglavec et al., 2017; Viegas et al., 2022]. Этого можно достичь путем создания новых конструкций сменных рабочих органов лесозаготовительных машин, модульно устанавливаемых на них. Они смогут осуществлять такие операции, как возведение защитных полос или рвов вдоль пути распространения огня для его предотвращения. Данные меры создают противопожарные барьеры, позволяющие сдерживать расширение очага пожара, и предотвращают его распространение на другие участки леса на ранних стадиях возгорания. Также они могут использоваться для возведения противопожарных опушек и создания временных или постоянных пожарных водоемов.

Известно техническое решение, включающее в себя раму, в нижней передней части которой установлены фрезы-рыхлители. За фрезами-рыхлителями жестко и параллельно между собой смонтированы два лемеха, формируя лоток для грунта. Следом установлен метатель. Для заглубления рыхлителя и лемеха в грунт служит гидроцилиндр, шарнирно установленный в передней верхней части рамы [Царев и др., 2022].

Другое инженерное решение заключается в следующем. Рама – это основа для установки на нее модулей, в ее задней части установлен рабочий орган. Это маховик, оснащенный фрезами-метателями и гидромотором, соединенный с рамой [Царев и др., 2023а].

Известно противопожарное устройство, состоящее из рамы и навесного оборудования. Это барабан фрезерного типа с ножами Г-образной формы, редуктор с приводным валом, гидравлические моторы с предохранительными устройствами, фрезы-метатели с направляющими кожухами. Опорная лыжа регулирует в вертикальной плоскости заглубление фрез-метателей в грунт [Малюков и др., 2018].

Рассмотренные выше решения достаточно просты и эффективны в работе. Эффективность проявляется в срезании и удалении корневой системы древесно-кустарниковой растительности и травяной дернины. Однако все они обладают общим существенным недостатком. Они являются прицепными и не могут устанавливаться на серийные лесозаготовительные машины типа харвестера и для работы требуют привлечения специальных пожарных машин.

*Актуальность темы.* Создание новых модульных рабочих органов с целью расширения технологических возможностей лесозаготовительных машин является приоритетным направлением в лесной отрасли. Это приводит к снижению стоимости работ при тушении пожаров путем сокращения использования дополнительных единиц специальных пожарных машин.

*Целью исследований* является разработка сменных модульных рабочих органов для лесозаготовительной машины для предупреждения и тушения лесных пожаров путем создания противопожарных барьеров, возведения противопожарных опушек и создания временных или постоянных пожарных водоемов.

*Материалы и методы исследования.* При работе над данной темой авторы использовали метод литературно-патентного поиска. Его результатом стали сменные модульные рабочие органы, расширяющие функциональные возможности лесозаготовительных и лесохозяйственных машин. Также авторы формировали информацию на основе поиска объектов исследования, в данном случае машин и устройств для предупреждения и тушения пожаров, проводили морфологический анализ структуры объектов исследования и синтез его элементов. На основе этого выявлялись их преимущества, а также основные недостатки. В дальнейшем намечаются перспективные направления научно-исследовательской деятельности в этой области с сохранением преимуществ рассмотренных объектов и устранением их недостатков.

*Результаты исследования.* Разработаны и предложены на рассмотрение сменные модульные рабочие органы к лесозаготовительным и лесохо-

зяйственным машинам для борьбы с лесными пожарами, а также для профилактики пожаров путем создания противопожарных барьеров, возведения противопожарных опушек и создания временных или постоянных пожарных водоемов [Царев и др., 2023b].

Лесозаготовительная машина включает в себя энергетический модуль (силовую установку) 1 и технологический модуль (рис. 1а).

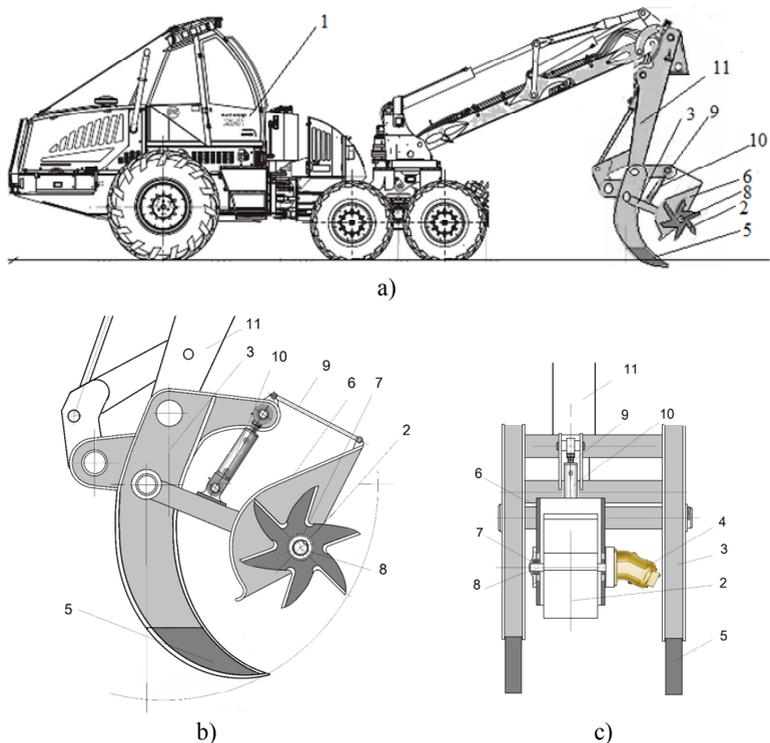


Рис. 1. Лесозаготовительная машина:

а – общий вид; б – сменный модульный рабочий орган для лесозаготовительной машины (вид сбоку); с – то же (вид слева):

- 1 – силовая установка, 2 – рабочий орган, 3 – П-образная рама, 4 – гидромотор, 5 – упоры, 6 – направляющий кожух, 7 – подшипники, 8 – вал, 9 – тяга, 10 – гидроцилиндр рабочего органа, 11 – манипулятор

Fig. 1. Forestry machine: а – general view; б – replaceable modular working element for a logging machine (side view); с – the same (left view):

- 1 – power unit, 2 – working body, 3 – U-shaped frame, 4 – hydraulic motor, 5 – stops, 6 – guide casing, 7 – bearings, 8 – shaft, 9 – rod, 10 – hydraulic cylinder of the working body, 11 – manipulator

Технологический модуль представлен манипулятором 11 и рабочим органом 2, предназначенным для тушения лесных пожаров путем создания противопожарных барьеров, возведения противопожарных опушек и создания временных или постоянных пожарных водоемов.

Внутри рамы П-образной формы 3 установлен рабочий орган 2 (рис. 1б, с). Через гидравлический мотор 4 рабочий орган 2 соединен с силовой установкой 1. В нижней части рамы 3 установлены упоры 5. Рабочий орган 2 закрыт кожухом 6, выполняющим роль направляющей. Кожух 6 установлен на валу 8 в подшипниковых узлах 7. Верхняя часть кожуха 6 соединена с корпусом рамы 3 за счет тяги 9. Изменение положения в вертикальной плоскости рабочего органа 2 осуществляется гидроцилиндром 10. При помощи гидроманипулятора 11 и энергетического модуля 1 П-образная рама 3 меняет свое положение как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях.

Работа лесозаготовительной машины производится в описанной далее последовательности. Упоры 5 заглубляются в грунт за счет манипулятора 11. Для касания рабочим органом 2 грунта наклоняют П-образную раму 3. Внедрение рабочего органа 2 в грунт осуществляется совместной работой гидромотора 4 и гидроцилиндра 10. Происходит одновременное отделение слоя грунта и выброс его за пределы устройства. Дальность вылета грунта регулируется положением направляющего кожуха 6 посредством тяги 9. За счет поворота манипулятора 11 относительно оси машины можно производить и круговую обработку, но после обработки участка перед собой. После завершения работ на отведенном участке лесозаготовительная машина переходит на другой отведенный участок. Цикл повторяется.

Для гусеничных лесохозяйственных тракторов ЛХТ-100, предназначенных для лесовосстановительных мероприятий в лесополосах, возможны следующие конструктивные решения. С их помощью в основном выполняют такие работы, как: трелевка леса, защита леса от болезней, вредителей, транспортировка грузов на бездорожье, посадка и посев, уход за различными лесными культурами, фрезерная и плужная обработка земли, полосная расчистка территории от вырубок.

На базе трелевочных тракторов Беларусь ТТР-401М осуществляют сбор и трелевку заготовленной древесины на выборочных рубках, рубках ухода и для складирования сортиментов в штабеля. Для колесных лесохозяйственных тракторов типа Беларусь Л82.2 (используемых на работах по уходу за насаждениями и лесовозобновлению) предлагаются прицепные сменные рабочие органы для борьбы с лесными пожарами.

Энергетический модуль со сменным рабочим органом представлен на рис. 2.

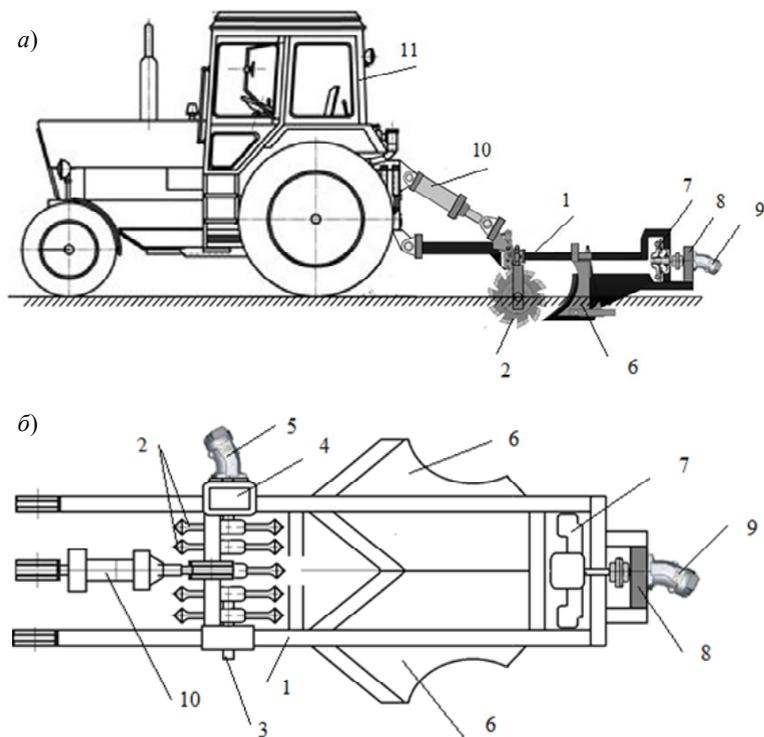


Рис. 2. Лесохозяйственный трактор со сменным рабочим органом:  
 а) Лесохозяйственный трактор; б) Сменный рабочий орган с фрезами-рыхлителями и метателем

1 – рама, 2 – рыхлители, 3 – вал, 4, 8 – редукторы, 5, 9 – гидромоторы,  
 6 – лемехи, 7 – метатель, 10 – гидроцилиндр; 11 – базовый трактор

Fig. 2. Forestry tractor with replaceable working element:  
 а) Forestry tractor; б) Replaceable working body with cutters-rippers and thrower  
 1 – frame, 2 – rippers, 3 – shaft, 4, 8 – gearboxes, 5, 9 – hydraulic motors,  
 6 – shares, 7 – thrower, 10 – hydraulic cylinder; 11 – base tractor

Сменный модуль рабочего органа (рис. 2,б) включает в себя раму 1. В нижней части рамы 1 на валу 3 установлены фрезы-рыхлители 2. Гидромотор 5 вращает фрезы-рыхлители 2 через редуктор 4. Параллельно друг другу и с жесткой фиксацией между собой за фрезами-рыхлителями 2 смонтированы два лемеха 6. За ними установлен метатель 7, вращающийся от гидромотора 9 через редуктор 8. Для заглабления фрез 2

с лемехами 6 в грунт на требуемую глубину служит гидроцилиндр 10. Гидроцилиндр 10 связывает модуль рабочего органа с энергетическим модулем 11.

Рассмотрим работу лесохозяйственной машины. Трактор 11 выходит на позицию. Заглубление фрез-рыхлителей 2 и лемехов 6 в грунт на требуемую глубину осуществляется опусканием рамы 1 за счет гидроцилиндра 10. Лесохозяйственный трактор начинает движение. Фрезы-рыхлители 2 перерезают корни кустарников и разрыхляют травянистую дернину. Лемехи 6 по образованному лотку для грунта формируют слой разрыхленной почвы. Выброс его в сторону огня или в сторону формирования минерализованной полосы осуществляется метателем 7.

Рассмотрим следующую конструкцию сменного модульного рабочего органа для лесохозяйственных тракторов.

Общий вид лесохозяйственного трактора со сменным рабочим органом для тушения пожаров и возведения насыпей представлен на рис. 3.

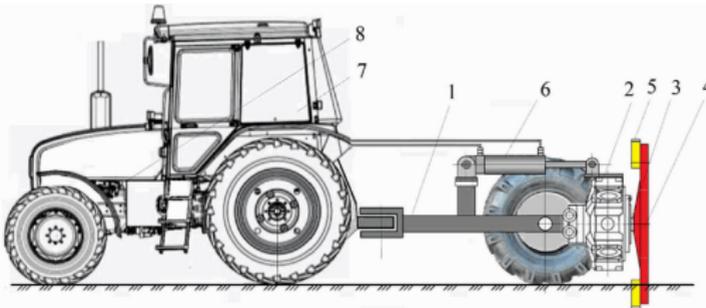


Рис. 3. Общий вид лесохозяйственного трактора со сменным рабочим органом:

- 1 – рама, 2 – гидромотор, 3 – вал, 4 – маховик, 5 – фрезы-метатели,
- 6 – гидроцилиндр, 7 – базовый трактор, 8 – насос

Fig. 3. General view of a forestry tractor with replaceable working body:

- 1 – frame, 2 – hydraulic motor, 3 – shaft, 4 – flywheel, 5 – cutters-throwers,
- 6 – hydraulic cylinder, 7 – base tractor, 8 – pump

В задней части рамы 1 (рис. 4) шарнирно установлен высокомоментный гидравлический мотор 2, на валу 3 которого установлен маховик 4, снабженный метательными фрезами 5. Для вертикального изменения положения маховика 4 служит гидроцилиндр 6, соединенный с рамой и корпусом гидромотора 2.

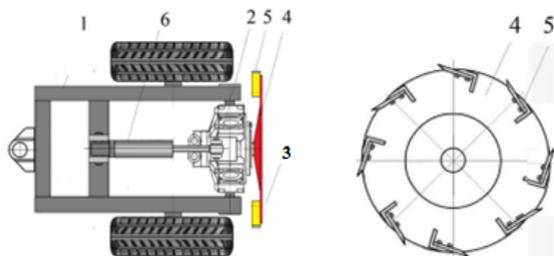


Рис. 5. Модульный рабочий орган лесохозяйственного трактора:

- 1 – рама, 2 – гидромотор, 3 – вал, 4 – маховик,
- 5 – фрезы-метатели, 6 – гидроцилиндр

Fig. 5. Modular working body of a forestry tractor:

- 1 – frame, 2 – hydraulic motor, 3 – shaft, 4 – flywheel,
- 5 – cutters-throwers, 6 – hydraulic cylinder

Принцип работы отражен на рис. 6.

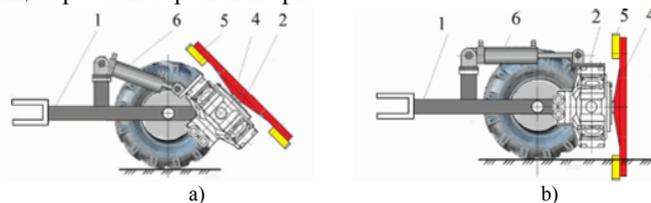


Рис. 6. Работа лесохозяйственного трактора:

а – исходное положение, б – рабочее положение

- 1 – рама, 2 – гидромотор, 4 – маховик,
- 5 – фрезы-метатели, 6 – гидроцилиндр

Fig. 6. Operation of forestry tractor:

а – initial position, б – working position

- 1 – frame, 2 – hydraulic motor, 4 – flywheel,
- 5 – cutters-throwers, 6 – hydraulic cylinder

За счет давления насоса 8 при запуске гидропривода трактора 1 от гидромотора 2 раскручивается маховик 4. Тем самым маховик накапливает энергию (рис. 6а). За счет гидроцилиндра 6 маховик 4 устанавливается вертикально. Фрезы-метатели 5 заглубляются в грунт. За счет поступательного движения трактора 7 и накопленной энергии маховиком 4 выбирается достаточный объем грунта, подаваемый в очаг пожара (рис. 6б).

*Выводы.* Лесозаготовительная отрасль делает мощный скачок в последнее время. Благодаря этому спецтехника для лесозаготовок все больше и больше развивается и совершенствуется. Разрабатываемые сменные модульные рабочие органы, как и новая техника, позволяют значительно облегчить труд рабочих, а также сэкономить время и деньги при выполнении новых операций.

В ходе работы по предотвращению и тушению низовых пожаров сменные модульные рабочие органы улучшают технологические возможности серийных лесозаготовительных машин, таких как харвестеры, трелевочные тракторы и лесохозяйственные тракторы.

Рассмотренные конструкции по природе своей универсальны. Одновременно они и грунтометатели, и полосопрокладыватели. Их производительность, как основной показатель любой машины, может варьироваться за счет скорости энергетического модуля.

*Конфликт интересов.* Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### **Библиографический список**

*Берлизев Р.Н., Яценко А.А.* Факторы, определяющие перспективы развития отрасли лесного хозяйства России в современных условиях развития экономики // Экономика и бизнес: теория и практика. 2021. № 3-1 (73). С. 52–55.

*Быковский М.А., Елисеев П.С., Голубев М.И.* Модернизация многофункциональной лесозаготовительной машины // Лесной вестник. 2021. Т. 25, № 2. С. 116–119.

*Валяжонков В.Д., Васякин Е.А., Иващенко В.Н.* Общая компоновка лесосечных машин последних поколений // Вестник КрасГАУ. 2012. № 3 (66). С. 160–164.

*Ворков А.А.* Направление модернизации технологического оборудования лесозаготовительных машин // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2012. № 32. С. 9–13.

*Демидов С.А.* История создания и общая компоновка лесосечных машин последних поколений // Наука сегодня: фундаментальные и прикладные исследования: матер. межд. науч.-практ. конф. 2016. С. 26–29.

*Кондратюк Д.В.* Парк лесосечных машин и особенности их эксплуатации // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2012. № 32. С. 17–22.

*Малюков С.В., Ступников Д.С., Шанин И.И.* Обзор современных конструкций лесопожарных грунтометов // Воронежский научно-технический вестник. 2018. Т. 3, № 3 (25). С. 37–50.

*Медведев С.О., Зырянов М.А.* К вопросу о роли лесного хозяйства в экономике лесной отрасли // Актуальные вопросы лесного хозяйства: материалы VI межд. молод. науч.-практ. конф. СПб., 2022. С. 33–36.

*Онопrienко Ю.Г., Диулина И.Е., Бондарева В.В.* Перспективные пути развития лесного хозяйства как отрасли российской экономики // Новая наука как ре-

зультат инновационного развития общества: сборник статей Межд. науч.-практ. конф. 2017. С. 32–34.

*Памфилов Е.А., Капустин В.В., Пилюшина Г.А., Шевелева Е.Б.* Повышение работоспособности рабочих органов и трибосистем технологического оборудования харвестеров // ИВУЗ. Лесной журнал. 2021. № 6. С. 135–149. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-6-135-149

*Радванский И.А.* Оценка современного состояния лесной отрасли Российской Федерации // Академическая публицистика. 2019. № 6. С. 147–154.

*Царев Е.М., Анисимов С.Е., Рукомойников К.П., Волдаев М.Н., Попов Н.И., Анисимов Н.С., Анисимов И.С.* Патент №2770406 РФ МПК А62 С3/02. Пожарный грунтомет / заявитель и патентообладатель Поволжский государственный технологический университет. Заявл. 12.10.2021, опубл. 15.04.2022, бюлл. №11.

*Царев Е.М., Анисимов С.Е., Рукомойников К.П., Порубов А.В.* Патент №2787340 РФ МПК А62 С3/02. Пожарный грунтомет / заявитель и патентообладатель Поволжский государственный технологический университет. Заявл. 05.07.2022, опубл. 09.01.2023а, бюлл. №1.

*Царев Е.М., Анисимов С.Е., Рукомойников К.П., Волдаев М.Н., Попов Н.И., Анисимов Н.С., Анисимов И.С., Ожиганов В.Н.* Патент № 2774545 РФ МПК А62 С27/00. Пожарный грунтомет / заявитель и патентообладатель Поволжский государственный технологический университет. Заявл. 05.07.2022, опубл. 09.01.2023б, бюлл. №1.

*Lepoglavec K., Žaček J., Nevečeral H., Seletković A., Pandur Z., Bačić M.* Surface Accessibility with Spatial Analysis During Fire Extinguishing Procedures: Example on the Island of Vis // South-East European forestry. 2017. Vol. 8, iss. 2. P. 107–115.

*Martin-Fernandez S., Martínez-Falero E., Perez-Gonzalez J.M.* Optimization of the resources management in fighting wildfires // Environmental Management. 2002. T. 30, no. 3. P. 0352-0364.

*Mitsopoulos I., Raftoyannis Y., Bakaloudis D.* Climate change, Wildfires and Fir Forests in Greece: Perceptions of Forest Managers // South-East European forestry. 2015. Vol. 6, iss. 2. P. 143–157.

*Smith J., Barfed L., Dasclu S.M., Harris F.C.* Highly parallel implementation of forest fire propagation models on the GPU // International Conference on High Performance Computing and Simulation. 2016. P. 917-924.

*Viegas C., Chehreh B., Andrade J., Lourenço J.* Tethered UAV with combined multi-rotor and water jet propulsion for forest fire fighting // Journal of Intelligent and Robotic Systems. 2022. T. 104, no. 2. P. 1–13.

## References

*Berlizev R.N., Yatsenko A.A.* Factors that determine the prospects for the development of the forestry industry in Russia in modern conditions of economic development. *Economics and business: theory and practice*, 2021, no. 3-1 (73), pp. 52–55. (In Russ.)

*Bykovskiy M.A., Eliseev P.S., Golubev M.I.* Modernization of a multifunctional forestry machine. *Lesnoy Vestnik*, 2021, T. 25, no. 2, pp. 116–119. (In Russ.)

*Demidov S.A.* History of creation and general layout of cutting machines of the latest generations. *Science today: fundamental and applied research: mater. of the intern. sci.-pract. conf.* 2016, pp. 26–29. (In Russ.)

*Kondratyuk D.V.* Park of logging machines and features of their operation. *Current problems of the forestry complex*, 2012, no. 32, pp. 17–22. (In Russ.)

*Lepoglavec K., Žaček J., Nevečeral H., Seletković A., Pandur Z., Bačić M.* Surface Accessibility with Spatial Analysis During Fire Extinguishing Procedures: Example on the Island of Vis. *South-East European forestry*, 2017, vol. 8, iss. 2, pp. 107–115.

*Malyukov S.V., Stupnikov D.S., Shanin I.I.* Review of modern designs of forest fire ground throwers. *Voronezh Scientific and Technical Bulletin*, 2018, T. 3, no. 3 (25), pp. 37–50. (In Russ.)

*Martin-Fernandez S., Martinez-Falero E., Perez-Gonzalez J.M.* Optimization of the resource management in fighting wildfires. *Environmental Management*, 2002, T. 30, no. 3, pp. 0352–0364.

*Medvedev S.O., Zyryanov M.A.* On the issue of the role of forestry in the economy of the forest industry. *Current issues of forestry: mater. of the VI intern. youth sci.-pract. conf.* St. Petersburg, 2022, pp. 33–36. (In Russ.)

*Mitsopoulos I., Raftoyannis Y., Bakaloudis D.* Climate change, Wildfires and Fir Forests in Greece: Perceptions of Forest Managers. *South-East European forestry*, 2015, vol. 6, iss. 2, pp. 143–157.

*Onoprienko Yu.G., Diulina I.E., Bondareva V.V.* Promising ways of development of forestry as a branch of the Russian economy. *New science as a result of innovative development of society: collection of articles of the Intern. sci.-pract. conf.* 2017, pp. 32–34. (In Russ.)

*Pamfilov E.A., Kapustin V.V., Pilyushina G.A., Sheveleva E.B.* Improving the performance of working bodies and tribosystems of harvester technological equipment. *IVUZ. Forestry journal*, 2021, no. 6, pp. 135–149. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-6-135-149. (In Russ.)

*Radvanskiy I.A.* Assessment of the current state of the forest industry of the Russian Federation. *Academic journalism*, 2019, no. 6, pp. 147–154. (In Russ.)

*Smith J., Barfed L., Dasclu S.M., Harris F.C.* Highly parallel implementation of forest fire propagation models on the GPU. *International Conference on High Performance Computing and Simulation*, 2016, pp. 917–924.

*Tsarev E.M., Anisimov S.E., Rukomoinikov K.P., Voldaev M.N., Popov N.I., Anisimov N.S., Anisimov I.S.* Patent No. 2770406 Russian Federation, IPC A62 C3/02. Fire ground thrower / applicant and patent holder Volga State University of Technology. Appl. 10/12/2021, publ. 04/15/2022, bull. no. 11. (In Russ.)

*Tsarev E.M., Anisimov S.E., Rukomoinikov K.P., Porubov A.V.* Patent No. 2787340 Russian Federation, IPC A62 C3/02. Fire ground thrower / applicant and

patent holder Volga State Technological University. Appl. 07/05/2022, publ. 01/09/2023a, bull. no. 1. (In Russ.)

*Tsarev E.M., Anisimov S.E., Rukomoinikov K.P., Voldaev M.N., Popov N.I., Anisimov N.S., Anisimov I.S., Ozhiganov V.N.* Patent No. 2774545 Russian Federation, IPC A62 C27/00. Fire ground thrower / applicant and patent holder Volga State Technological University. Appl. 07/05/2022, publ. 01/09/2023b, bull. no. 1. (In Russ.)

*Valyazhonkov V.D., Vasyakin E.A., Ivashchenko V.N.* General layout of cutting machines of the latest generations. *Bulletin of KrasGAU*, 2012, no. 3 (66), pp. 160–164. (In Russ.)

*Viegas C., Chehreh B., Andrade J., Lourenço J.* Tethered UAV with combined multi-rotor and water jet propulsion for forest fire fighting. *Journal of Intelligent and Robotic Systems*, 2022, T. 104, no. 2, pp. 1–13.

*Vorkov A.A.* Direction of modernization of technological equipment of logging machines. *Current problems of the forestry complex*, 2012, no. 32, pp. 9–13. (In Russ.)

*Материал поступил в редакцию 22.07.2024*

---

**Царев Е.М., Рукомойников К.П., Анисимов И.С., Анисимов Н.С., Багаутдинов И.Н., Макаров В.Е.** Сменные модульные рабочие органы лесозаготовительных машин // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2025. Вып. 252. С. 289–303. DOI: 10.21266/2079-4304.2025.252.289-303

Лесное хозяйство является одной из самых важных отраслей экономики России. Основной и важной задачей лесного хозяйства является организация рационального использования и сохранения лесов. В этом прослеживается тесная связь с лесной промышленностью. В настоящее время при заготовке и переработке древесины используют модульные объекты (машины), представляющие собой машины-конструкторы, служащие основой для другой техники. В статье рассматриваются конструкции навесного оборудования и рабочих органов современных лесозаготовительных машин. Даются рекомендации по увеличению конкурентоспособности предприятий лесного комплекса путем расширения ассортимента выпускаемой продукции или путем создания новых рабочих органов лесозаготовительных машин с целью расширения их технологических возможностей. Создание новых модульных рабочих органов с целью расширения технологических возможностей лесозаготовительных машин является приоритетным направлением в лесной отрасли. Это приводит к снижению стоимости работ при тушении пожаров. При работе над данной темой авторы использовали литературно-патентный поиск. Его результатом стали сменные модульные рабочие органы, расширяющие функциональные возможности лесозаготовительных и лесохозяйственных машин. Разработаны и предложены на рассмотрение сменные модульные рабочие органы

к лесозаготовительным и лесохозяйственным машинам для борьбы с лесными пожарами, а также для профилактики пожаров. Разрабатываемые сменные модульные рабочие органы, как и новая техника, позволяют значительно облегчить труд рабочих, а также сэкономить время и деньги при выполнении новых операций. В результате выполнения работ при предотвращении и тушении низовых пожаров данные сменные модульные рабочие органы расширяют технологические возможности серийных лесозаготовительных машин на базе харвестеров, трелевочных и лесохозяйственных тракторов.

**Ключевые слова:** энергетический модуль, пожар, технологический модуль, лесное хозяйство, лесозаготовительная отрасль, навесное оборудование, харвестер, фрезы-метатели, лемех.

**Tsarev E.M., Rukomoinikov K.P., Anisimov I.S., Anisimov N.S., Bagautdinov I.N., Makarov V.E.** Replaceable modular working parts of forestry machines. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotehniceskoy Akademii*, 2025, iss. 252, pp. 289–303 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2025.252.289-303

Forestry is one of the most important sectors of the Russian economy. But the main and important task of forestry is to manage and conserve forests. This is closely linked to the forest industry. Currently, in the wood harvesting and processing used modular objects (machines), which are design machines that serve as a basis for other techniques. The article considers the design of the mounted equipment and working parts of modern logging machines. Recommendations are given to increase the competitiveness of forest complex enterprises, namely by expanding the range of products produced or by creating new working bodies of logging machines in order to expand their technological capabilities. The development of new modular working units to increase the technological capabilities of logging machines is a priority in the forest industry. This leads to a reduction in the cost of work when extinguishing fires. When working on this topic, the authors used literature-patent search. The search resulted in replacement modular work units, which extend the functional capabilities of logging and forestry machines. The modular replacement work units for logging and forestry machines for forest fire fighting, as well as for fire prevention have been developed and proposed for consideration. The modular work units that are being developed, as well as new technology, make it possible to significantly reduce the workload of workers and save time and money when performing new operations. As a result of the work in preventing and extinguishing ground fires, these replacement modular working bodies expand the technological capabilities of serial logging machines based on harvesters, treeloving and forestry tractors.

**Keywords:** energy module, fire, technological module, forestry, logging industry, attachments, harvester, cutter-throwers, ploughshare.

**ЦАРЕВ Евгений Михайлович** – профессор кафедры лесопромышленных и химических технологий Поволжского государственного технологического университета, доцент, доктор технических наук. SPIN-код: 3117-8576. ORCID: 0000-0001-5695-3028.

424000, пл. Ленина, д. 3, г. Йошкар-Ола, Россия. E-mail: carevEM@volgatech.net

**TSAREV Evgeniy M.** – DSc (Technical), Professor of the Department of Forestry and Chemical Technologies, Volga State Technological University. Associate Professor. SPIN-code: 3117-8576. ORCID: 0000-0001-5695-3028.

424000. Lenin sq. 3. Yoshkar-Ola. Russia. E-mail: carevEM@volgatech.net

**РУКОМОЙНИКОВ Константин Павлович** – профессор кафедры лесопромышленных и химических технологий Поволжского государственного технологического университета, доцент, доктор технических наук. SPIN-код: 9119-8261. ORCID: 0000-0002-9956-5081.

424000, пл. Ленина, д. 3, г. Йошкар-Ола, Россия. E-mail: rukomojnikovkp@volgatech.net

**RUKOMOYNIKOV Konstantin P.** – DSc (Technical), Professor of the Department of Forestry and Chemical Technologies, Volga State Technological University, Associate Professor. SPIN-code: 9119-8261. ORCID: 0000-0002-9956-5081.

424000. Lenin sq. 3. Yoshkar-Ola. Russia. E-mail: rukomojnikovkp@volgatech.net

**АНИСИМОВ Илья Сергеевич** – студент Поволжского государственного технологического университета. SPIN-код: 7951-9072. ORCID: 0000-0002-9528-8988.

424000, пл. Ленина, д. 3, г. Йошкар-Ола, Россия. E-mail: kukri-machete-00@mail.ru

**ANISIMOV Ilya S.** – Student, Volga State Technological University. SPIN-code: 7951-9072. ORCID: 0000-0002-9528-8988.

424000. Lenin sq. 3. Yoshkar-Ola. Russia. E-mail: kukri-machete-00@mail.ru

**АНИСИМОВ Никита Сергеевич** – студент Поволжского государственного технологического университета. SPIN-код: 8848-6902. ORCID: 0000-0001-8465-261X.

424000, пл. Ленина, д. 3, г. Йошкар-Ола, Россия. E-mail: nikita\_anisimov2000@mail.ru

**ANISIMOV Nikita S.** – Student, Volga State Technological University. SPIN-code: 8848-6902. ORCID: 0000-0001-8465-261X.

424000. Lenin sq. 3. Yoshkar-Ola. Russia. E-mail: nikita\_anisimov2000@mail.ru

**БАГАУТДИНОВ Ильдар Нургаязович** – доцент кафедры эксплуатации машин и оборудования Поволжского государственного технологического университета, кандидат технических наук. SPIN-код: 1688-5368. ORCID: 0000-0003-4695-5323.

424000, пл. Ленина, д. 3, г. Йошкар-Ола, Россия. E-mail: ooobin@mail.ru

**BAGAUTDINOV Ildar N.** – PhD (Technical), Associate Professor of the Department of Machine and Equipment Operation, Volga State Technological University. SPIN-code: 1688-5368. ORCID: 0000-0003-4695-5323.

424000. Lenin sq. 3. Yoshkar-Ola. Russia. Email: ooobi@mail.ru

**МАКАРОВ Владимир Евгеньевич** – старший преподаватель кафедры транспортно-технологических машин Поволжского государственного технологического университета, кандидат технических наук. SPIN-код: 5076-2600. ORCID: 0000-0003-2564-0832.

424000, пл. Ленина, д. 3, г. Йошкар-Ола, Россия. E-mail: MakarovVE@volgatech.net

**MAKAROV Vladimir E.** – PhD (Technical), Senior Lecturer of the Department of Machine and Equipment Operation, Volga State Technological University. SPIN-code: 5076-2600. ORCID: 0000-0003-2564-0832.

424000. Lenin sq. 3. Yoshkar-Ola. Russia. Email: MakarovVE@volgatech.net