

## Перспективы импортозамещения систем машин для искусственного лесовосстановления

О.И. Григорьева<sup>1a</sup>, В.А. Макуев<sup>2b</sup>, Е.В. Барышникова<sup>3c</sup>,  
О.Н. Бурмистрова<sup>4d</sup>, В.В. Швецова<sup>5e</sup>, И.В. Григорьев<sup>6f</sup>, В.А. Иванов<sup>7g</sup>

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова, Институтский пер., 5, Санкт-Петербург, Россия

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

<sup>3</sup> Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А. Кортунова, ул. Пушкинская, 111, Новочеркасск, Россия

<sup>4</sup> Ухтинский государственный технический университет, ул. Первомайская, 13, Ухта, Республика Коми, Россия

<sup>5</sup> Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ул. 2-я Красноармейская, 4, Санкт-Петербург, Россия

<sup>6</sup> Арктический государственный агротехнологический университет, Сергеляхское шоссе, 3, Якутск, Республика Саха (Якутия), Россия

<sup>7</sup> Братский государственный университет, ул. Макаренко, 40, Братск, Россия

<sup>a</sup> grigoreva\_o@list.ru, <sup>b</sup> makuev@mgul.ac.ru, <sup>c</sup> barsoft@mail.ru,

<sup>d</sup> olga.burm@mail.ru, <sup>e</sup> vikt.schvetzova2012@yandex.ru, <sup>f</sup> silver73@inbox.ru, <sup>g</sup> ivanovva55@mail.ru

<sup>a</sup> <https://orcid.org/0000-0001-5937-0813>, <sup>b</sup> <https://orcid.org/0000-0000-5905-8923>, <sup>c</sup> <https://orcid.org/0000-0002-1463-1319>,

<sup>d</sup> <https://orcid.org/0000-0003-2616-7557>, <sup>e</sup> <https://orcid.org/0000-0001-8566-2326>, <sup>f</sup> <https://orcid.org/0000-0002-5574-1725>

<sup>g</sup> <https://orcid.org/0000-0003-0707-972X>

Статья поступила 29.08.2022, принята 06.09.2022

*Современные Правила лесовосстановления, действующие в Российской Федерации, и федеральный закон № 212 ФЗ от 19.07.2018 г., известный как закон о компенсационном лесовосстановлении, требуют от лесопользователей постоянного увеличения объемов искусственного лесовосстановления, в том числе с использованием посадочного материала (сеянцев, саженцев) с закрытой корневой системой. Споры о целесообразности повсеместного использования искусственного лесовосстановления, особенно с использованием посадочного материала с закрытой корневой системой, ведутся до сих пор. Во многих субъектах Российской Федерации созданы и успешно работают питомники для выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой. Но, что является, к сожалению, бесспорным, — это отсутствие отечественных лесопосадочных машин для работы с посадочным материалом с закрытой корневой системой. То, что отечественное лесное машиностроение уничтожено практически полностью, хорошо ощущается и в этой сфере. В результате приходится или использовать импортную технику, например, шведской компании Bracke Forest AB, или сажать по старинке — под меч Колесова, или посадочной трубой, что значительно снижает потенциал работы с посадочным материалом с закрытой корневой системой в области механизации и сокращения трудоемкости работ. Современная ситуация с введенными против Российской Федерации санкциями, в результате которых с отечественного рынка ушли многие ведущие компании — производители лесных машин, заставляет активно искать варианты возрождения отечественного лесного машиностроения, в том числе и в области искусственного лесовосстановления. В статье представлен анализ перспективного направления работ в данной области.*

**Ключевые слова:** лесное машиностроение; искусственное лесовосстановление; посадочный материал; закрытая корневая система; системы машин в лесном хозяйстве.

## Import substitution prospects for artificial reforestation machine systems

O.I. Grigorieva<sup>1a</sup>, V.A. Makuev<sup>2b</sup>, E.V. Baryshnikova<sup>3c</sup>,  
O.N. Burmistrova<sup>4d</sup>, V.V. Shvetsova<sup>5e</sup>, I.V. Grigoriev<sup>6f</sup>, V.A. Ivanov<sup>7g</sup>

<sup>1</sup> St. Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov; 5, Institutsky Per., St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup> Bauman Moscow State Technical University (Mytishchi Branch); 1, Institutskaya St., Mytishchi, Russia

<sup>3</sup> Novochoerkassk Institute of Reclamation Engineering named after A. Kortunov, 111, Pushkinskaya St., Novochoerkassk, Russia

<sup>4</sup> Ukhta State Technical University; 13, Pervomaiskaya St., Ukhta, Republic of Komi

<sup>5</sup> St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering; 4, 2<sup>nd</sup> Krasnoarmeyskaya St., St. Petersburg, Russia

<sup>6</sup> Arctic State Agrotechnological University; 3, Sergelyakhskoe Shosse, Yakutsk, Republic of Sakha, Yakutia

<sup>7</sup> Bratsk State University; 40, Makarenko St., Bratsk, Russia

<sup>a</sup> grigoreva\_o@list.ru, <sup>b</sup> makuev@mgul.ac.ru, <sup>c</sup> barsoft@mail.ru, <sup>d</sup> olga.burm@mail.ru,

<sup>e</sup> vikt.schvetzova2012@yandex.ru, <sup>f</sup> silver73@inbox.ru, <sup>g</sup> ivanovva55@mail.ru

<sup>a</sup> <https://orcid.org/0000-0001-5937-0813>, <sup>b</sup> <https://orcid.org/0000-0000-5905-8923>, <sup>c</sup> <https://orcid.org/0000-0002-1463-1319>,

<sup>d</sup> <https://orcid.org/0000-0003-2616-7557>, <sup>e</sup> <https://orcid.org/0000-0001-8566-2326>, <sup>f</sup> <https://orcid.org/0000-0002-5574-1725>

<sup>g</sup> <https://orcid.org/0000-0003-0707-972X>

Received 29.08.2022, accepted 06.09.2022

*Modern rules of reforestation of the Russian Federation, the Federal Law № 212 FZ, from 19.07.2018, known as the "Law on Compensatory Reforestation" requires forest users to constantly increase the volume of artificial reforestation, including reforestation using planting material (seedlings, saplings) with closed root system. Disputes about the expediency of the widespread use of artificial reforestation, especially with the use of planting material with a closed root system, are still ongoing. In many regions of the Russian Federation nurseries for cultivation of planting material with closed root system are created and successfully operate. But what is, unfortunately, indisputable is the lack of domestic forest planting machines to work with planting material with closed root system. The fact that the domestic forestry machinery industry has been destroyed almost completely is well felt in this area as well. As a result, one has to use either imported equipment, such as the Swedish company Bracke Forest AB, or plant in the old way – under the sword of Kolesov, or planting pipe, which significantly reduces the potential of working with planting material with a closed root system in the field of mechanization and reduction of labor intensity of work. The current situation with the sanctions imposed against the Russian Federation, as a result of which many leading companies – forest machinery manufacturers left the domestic market, makes it necessary to actively look for options for the revival of domestic forestry engineering, including in the field of artificial reforestation. The article presents an analysis of the promising direction of work in this area. The work is carried out within the framework of the scientific school "Innovative developments in the field of logging industry and forestry".*

**Keywords:** forest engineering; artificial reforestation; planting material; closed root system; machine systems in forestry.

**Введение.** В 2021 г. две российские компании (ООО «Ресса» и «Ди Роботикс») совместно представили достаточно перспективную концептуальную модель современной отечественной системы машин для искусственного лесовосстановления. В результате увеличения объемов лесозаготовок, строительства масштабных линейных объектов и, прежде всего, катастрофических лесных пожаров последних лет в Сибирском и Дальневосточном федеральных округах России образовался очень большой фронт для лесовосстановительных работ [1–5]. На это было обращено внимание руководителей различных уровней власти.

В рамках предложения со стороны администрации Иркутской области вышеуказанными компаниями была разработана концептуальная модель лесовосстановительного комплекса, состоящего из нескольких тракторов, предназначенных для решения проблемы восстановления лесных массивов. После получения одобрения концептуальной модели со стороны заместителя министра лесного комплекса Иркутской области Р.А. Герасимова, а также подтверждения заинтересованности в покупке и готовности к сотрудничеству со стороны АУ «Лесхоз Иркутской области», ООО «Ресса» совместно с ООО «Ди Роботикс» приступили к разработке комплекса тракторов и оборудования, необходимого для решения проблемы искусственного лесовосстановления. После получения подтверждения от заместителя губернатора Иркутской области А.Ю. Бунева о заинтересованности учреждений Иркутской области в создании техники для проведения лесовосстановления темп работ был ускорен.

К настоящему времени в Российской Федерации не только практически полностью уничтожено лесное машиностроение, но и утрачены компетенции в проектировании современных конкурентоспособных на мировом рынке лесных машин [6; 7]. В этой связи ООО «Ресса» и «Ди Роботикс» пошли по относительно простому пути — воспроизведение, можно сказать, репли-

ка современного успешно работающего прототипа иностранного производства. Компании остановились на машине «Plantma-X», которая была разработана и создана специалистами из Швеции в 2019 г. и уже третий сезон успешно выполняет работы по лесовосстановлению в своей стране. Внешний вид «Plantma-X» представлен на рис. 1 и 2, а ее характеристики — в табл. 1.



**Рис. 1.** Лесопосадочная машина «Plantma-X», вид сбоку



**Рис. 2.** Лесопосадочная машина «Plantma-X», вид сзади

Как видно на рис. 1 и 2, лесопосадочная машина «Plantma-X» представляет собой набор смонтированного на базе колесного форвардера технологического обо-

рудования для подготовки почвы (почвенный фрезы по бокам машины) и посадки саженцев (сеянцев) с закрытой корневой системой (два манипулятора сзади машины). На форвардерной тележке для сортиментов смонтирована кабина для операторов посадочного оборудования и размещения запаса посадочного материала.

**Таблица.** Технические характеристики лесопосадочной машины «Plantma-X»

Показатель	Значение
Базовая машина	Eco Log 574E
Двигатель	Volvo Penta 210 кВт
Трансмиссия	ECO19
Колеса	8 шт. 710/45 × 26,5
Манипулятор	Effer 100 2S
Вес	24,5 т
Ширина	3,09 м
Длина	11 м
Колесная база	5,7 м
Высота	3,85 м
Производительность	2 800 саженцев / час

Лесопосадочная машина «Plantma-X» может за один проход обработать землю, уплотнить ее и посадить саженцы. В идеальных условиях машина может высадить более 40 саженцев в минуту. Бортовой компьютер машины собирает и хранит данные о выполняемых работах.

В течение 2020 г. машина была успешно протестирована тремя крупными лесными компаниями в Швеции в различных условиях, типах почвы, разных саженцах и т. д.

Испытания были важны не только для того, чтобы больше узнать о различных условиях, в которых будет работать машина, но и для проверки компонентов машины на прочность, функциональность и т. д.

Запас саженцев — 10–20 тыс. шт., в зависимости от размеров и упаковки. Оператор в кабине форвардера управляет им и отвечает за планирование движения машины по вырубке (гари). Тот же оператор также отвечает за управление скарификаторами (почвенными фрезами). Задняя тележка проходит по подготовленному почвогрунту и уплотняет его.

Оператор в задней кабине, кабине для посадки, отвечает за подачу саженцев из запаса в специально разработанные «чашки», по которым саженец попадает в посадочную стойку. Этот оператор также отвечает за результаты посадки и может управлять стрелами. Фактический цикл посадки запускается системой управления, которая отслеживает расстояние от предыдущего саженца и запускает новый цикл посадки.

«Plantma-X» может работать в так называемом автоматическом режиме. Есть 4 шага, чтобы быть уверенным, что саженцы посажены правильно.

1. Когда заданное расстояние между точками посадки достигнуто, система запускает внутренний контур, который активирует высевной рычаг, и рычаг ускоряется вниз.

2. Датчик на конце рычага определяет, когда накопчик касается земли, и в системе инициируется оценка условий посадки, чтобы определить, подходят

ли условия почвы для посадки, т. е. не слишком ли влажная, не камень или пень или ствол дерева и т. д.

3. Если оценка положительная, система запускает цикл, который открывает посадочную насадку, позволяя саженцу упасть в ямку в земле, сделанную закрытой насадкой. Высевной рычаг опускается вниз и сбоку, чтобы уплотнить почву у корней саженца. После этого штанга поднимается в свое «стыковочное положение» для сбора нового саженца из «чашек». Новый саженец опускается внутрь кронштейна до кончика, готовый к посадке, когда система инициирует очередной цикл.

4. Если результат оценки отрицательный (плохой), высевной рычаг немедленно поднимается и начинает новый цикл. Расстояние до ближайших точек посадки пересчитывается, чтобы компенсировать «непроходимость», поэтому количество посаженных саженцев в ряду будет таким же, как число, установленное в компьютере, даже если расстояние между саженцами может варьироваться.

«Plantma-X» — это машина, адаптированная к шведским условиям, с почвенными фрезами, которые справляются с большим количеством камней в земле. Сажает в основном ель или сосну, расстояние между растениями 1,6–2 м.

*Цель работы.* В настоящей работе сделана попытка проанализировать достоинства и недостатки разработанного компаниями «Ресса» и «Ди Роботикс» концепта отечественной системы машин для искусственного лесовосстановления.

*Материалы и методы исследования.* Специалисты ООО «Ресса» в качестве базовой машины приняли алтайский вариант модернизированного, с улучшенными характеристиками 12-каткового усиленного трелевочного трактора ТТ-4м. Надстройка была спроектирована и изготовлена специалистами компании ООО «Ди Роботикс». С одной стороны, с точки зрения советской школы лесного машиностроения, это традиционное техническое решение. С другой стороны, в Сибири, на Дальнем Востоке да и в целом в Российской Федерации сейчас доминируют лесные машины с колесным двигателем [8–12].

При изготовлении автоматического комплекса применены следующие компоненты и качественные решения.

**Навесная система.** При изготовлении систем линейного управления и перемещения применены линейные направляющие с комплексом кареток. Для движения всех элементов применены электронные системы привода и управления приводами Сименс или Амрон. Система гидравлического управления — пропорциональная, с системой цифрового управления Рекстон, Данфос или Бош. Цифровое сопровождение, контроллеры, промышленный компьютер — Сименс. Для исключения воздействия пыли и других неблагоприятных факторов использована система внутреннего воздушного давления, которая позволит исключить попадание пыли в узлы точной механики и электроники.

**Гусеничное шасси.** При изготовлении использована принципиально новая трансмиссия, сохраняющая механическую трансмиссию, но с применением переключения за счет брусстерных муфт и исключением разрыва потока мощности при изменении скорости. Для соблю-

дения высокой точности заданной системой скорости дополнительно выделена отдельная скорость, которая управляется системой «гидромотор – гидронасос» с датчиком обратной связи. Для изменения траектории применены брусстерные пакеты дисков, работающие в масле. Для поддержания высокой точности траектории дополнительно на каждую конечную передачу установлен планетарный механизм для отворота или доворота при необходимости системой «гидронасос – гидромотор» с датчиками обратной связи. Система управления — ручной поворот, управление траекторией автоматической цифровой системой по заданной траектории. Система изменения скорости — рычагом, управление точностью скорости — автоматическое по заданным скоростным параметрам. Двигатель рядный дизельный мощностью до 420 л.с. Кабина оператора движения и управления посадкой — ударопрочная, с дополнительной системой шумо- и звукоизоляции. Применение дополнительной отделки пластиковыми декоративными панелями и дополнительной шумоизоляции позволило добиться высокого комфорта работы операторов. Применение цифровой системы управления трактором исключило в полном объеме техническое внеплановое обслуживание, а применение системы программируемой подготовки работы комплекса позволяет исключить время простоя для прогрева и другие функциональные операции для входа в рабочие параметры. Этот функционал позволит исключить простои и повысить коэффициент использования рабочего времени. Все уплотняющие элементы шасси, ходовой, трансмиссии силиконовые или фторкаучуковые, что позволит исключить выход из строя узлов и агрегатов раньше заявленного инструкцией планового ТО.

В результате головной машиной системы для искусственного лесовосстановления в отечественном варианте становится гусеничный трактор ТГУ-6 мощностью до 200 л.с., оснащенный оборудованием типа «лесопосадочный комбайн» с системой хранения саженцев, системой автоматической подачи саженцев из хранилища в зону посадки, цистерной для хранения воды, бункером для хранения удобрений, системой учета, контроля, посадки установленными на монтажной площадке, расположенной за кабиной оператора. Внешний вид лесопосадочного комбайна, согласно презентации компаний, представлен на рис. 3.

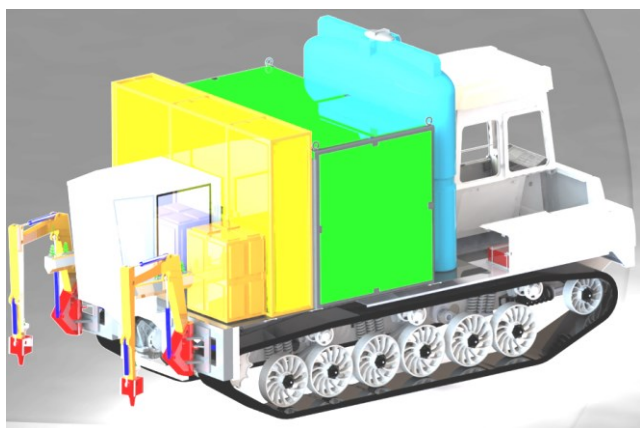


Рис. 3. Внешний вид лесопосадочного комбайна на базе гусеничного трактора ТГУ-6

Объем загрузки лесопосадочного комбайна рассчитан на полную рабочую смену, включая саженцы, удобрения, воду, топливо и другие необходимые для работы расходные материалы.

Установленное оборудование на тракторе позволяет решать следующие задачи:

- производить приемку кассет с саженцами возрастом до 2-х лет в полной загрузке, а в случае большего возраста саженцев — устанавливать с пропуском через ячейку;
- из хранилища в автоматическом режиме производить подачу саженцев в зону посадки;
- в автоматическом режиме производить подачу необходимого количества воды с удобрениями.

– контейнер для хранения кассет с лесопосадочным материалом (96 кассет по 81 саженцу, 7 776 шт.). При полной загрузке контейнера комплекс имеет автономность работы порядка 12 ч. Лесопосадочный комбайн обслуживается двумя операторами — водителем-механиком и оператором лесопосадочного манипулятора.

Помимо основной машины, в систему, предложенную компаниями «Ресса» и «Ди Роботикс», входят следующие машины.

Гусеничный трактор типа ТГУ-6, мощность двигателя до 400 л.с., оснащенный передним навесным устройством, предназначенном для установки бульдозерного оборудования, с установленным оборудованием типа «мульчер», шириной захвата до 2,8 м, с мощностью гидромоторов до 280 кВт, с режимом контроля рабочей высоты ротора, гидравлическим манипулятором с грейферным захватом с максимальной грузоподъемностью 3,7 т, установленным на монтажной площадке, расположенной за кабиной оператора, задним навесным устройством с оборудованием типа «корчеватель пятизубцовый», управляемый гидравлическими цилиндрами. Управление всеми этими устройствами осуществляется из кабины оператора. Внешний вид данного трактора, согласно презентации компаний, представлен на рис. 4.



Рис. 4. Внешний вид трактора для корчевания и мульчирования

Установленное на данном тракторе оборудование позволяет решать следующие задачи: обеспечивать корчевание высоко стоящих пней, производить мульчирование кустарников, средних деревьев и поросли, производить погрузку крупного мусора и выкорчеванных пней в транспорт для уборки с территории.



Данный трактор является основным рабочим звеном, которое обеспечивает расчистку площади на вырубке (гари).

Гусеничный трактор типа ТГУ-6, мощность двигателя до 400 л.с., оснащенный передним навесным устройством, с установленным манипулятором грузоподъемностью до 3,7 т с грейферным захватом, с передним навесным оборудованием типа «толкатель», оборудованием типа «дробильная установка», размещенным на монтажной площадке, расположенной за кабиной оператора, с воронкой диаметром 1,5–2,2 м. Внешний вид данного трактора, согласно презентации компаний, представлен на рис. 5.



**Рис. 5.** Внешний вид трактора для измельчения древесных отходов

Установленное оборудование на данном тракторе позволяет решать следующие задачи: рубки в щепу всех остатков и мусора в формат сыпучего материала, позволяющего либо более легко производить его захоронение, либо выполнять дальнейшую переработку, сдвигать в большие кучи в удобном для переработки месте, обеспечивать самостоятельную погрузку отходов в дробильную установку. При большом объеме крупных порубочных остатков и наличии экономической целесообразности их переработки в продукцию (биотопливо) или полуфабрикаты наличие данной машины может быть оправдано [7; 13–15]. С другой стороны, если переработка крупных древесных остатков нецелесообразна, наличие данной машины представляется излишним и неэффективным решением с точки зрения обеспечения работоспособности всей системы машин [16; 17].

Гусеничный трактор типа ТГУ-6 мощностью двигателя 200 л.с., оснащенный передним навесным устройством с бульдозерным оборудованием с поворотным отвалом, самосвальным оборудованием с объемом кузова до 20 м<sup>3</sup> и грузоподъемностью до 16 т, с опрокидыванием назад, установленным на монтажной площадке, расположенной за кабиной оператора. Внешний вид данного трактора, согласно презентации компаний, представлен на рис. 6.



**Рис. 6.** Внешний вид трактора для удаления крупных древесных отходов

Установленное оборудование на данном тракторе позволяет решать следующие задачи: забирать крупные отходы с подготавливаемой площади для доставки на место переработки и работы дробильного комплекса. Наличие поворотного отвала позволяет сделать необходимый подъезд колесному транспортному средству, которое производит доставку саженцев, воды, удобрений.

Транспортная машина на базе внедорожного шасси типа «КамАЗ» – «Урал», оснащенного оборудованием для перевозки и перекачки воды в лесопосадочный комбайн, комплексной системой для перевозки и перегрузки саженцев в лесопосадочный комбайн от места выращивания до места высадки, топливной емкостью с насосом для заправки тракторов, работающих на уборке территории, переработке отходов, посадке саженцев.

По замыслу компаний «Ресса» и «Ди Роботикс», все тракторы, работающие в комплексе, должны иметь систему цифрового управления, оснащены всеми средствами связи ГЛОНАСС или GPS. На цифровом мониторе каждой из машин показана рабочая карта с ее местоположением. Должна обеспечиваться передача информации между транспортными единицами и передача обработанных данных с одной единицы на центральный пункт для мониторинга производимых работ через сотовую систему связи или, в случае отсутствия покрытия вышками сотовых операторов, сигналами через спутник.

Согласно презентации разработчиков, рассматриваемая система машин позволяет обеспечивать уборку территории в объеме вывозимого крупного мусора на дальнейшую переработку с плечом не более 5 км и объемом до 40 м<sup>3</sup>, в среднем 2 га/ч, подготовку территории для посадки саженцев, перемалывание кустарника, поросли — в среднем до 2 га/ч, посадку саженцев со средней плотностью посадки 2 тыс. на 1 га — в среднем до 1 га/ч. Средняя скорость посадки — до 1,5 км/ч. Количество рядов посадки одного прохода — 2. Минимальное продольное расстояние между рядами — 1 м, максимальное — без ограничений. Ширина между рядами минимальная — 1 м, максимальная — 6 м. Средняя емкость саженцев в бункере лесопосадочного комбайна — до 15 тыс. шт. Средняя емкость бака с водой — 3 тыс. л. Минеральные удобрения растворяются в необходимой концентрации на складе. Максимальный уклон при работе: поперечный — до 20°, продольный — до 25°. Контроль движения лесопосадочного комбайна — полуавтоматический или автоматически, по заложенной траектории, с бесступенчатым регулированием скорости в рабочем диапазоне, с обратной связью с использованием структуры системы точного земледелия с отклонением от заданной траектории не более 1 м / 1 км.

Из представленного выше описания концепта отечественной системы машин для искусственного лесовосстановления можно сделать следующие выводы:

Во-первых, разработчики рассматриваемой системы машин не учли необходимость создания минерализованной полосы вокруг создаваемых искусственно посадок (лесных культур). Для этого необходимо оборудовать (иметь возможность агрегатировать) один из тракторов системы специальным плугом.

Во-вторых, у базового варианта (на базе колесного форвардера) в состав технологического оборудования входят почвенные рыхлители (фрезы), которых в предлагаемом разработчиками варианте гусеничного лесопоса-

дочного комбайна нет. Непонятно, каким образом предлагается выполнять подготовку почвы. Если оператор посадки будет выбирать места на неподготовленной вырубке (гари) дискретным методом, по аналогии с машиной Враске P11, то заявляемая разработчиками производительность явно не сможет быть достигнута.

В-третьих, из описания конструкции машин следует, что в них предполагается использовать определенное количество импортной электроники и других составных частей, производимых в странах, которые ввели против Российской Федерации санкции. Следовательно, возможность серийного производства таких машин вызывает большие сомнения. Такую же ситуацию сейчас можно наблюдать на заводе «Амкорд-Онего», реализующем в Петрозаводске крупный инвестиционный проект локализации производства машин для скандинавской технологии заготовки древесины — харвестеров и форвардеров.

#### Литература

- Куницкая О.А., Новгородов Д.В., Марков О.Б. Проблемы эффективной переработки поврежденной лесным пожаром древесины // Комплексные вопросы аграрной науки и образования: сб. науч. ст. по материалам Внутривузовской науч.-практической конф., посвящ. 65-летию Высшего аграрного образования Республики Саха (Якутия) и Всерос. студенческой науч.-практической конф. с междунар. участием в рамках «Северного форума - 2021» (27 сент. - 12 нояб. 2021 г.). Якутск, 2021. С. 285-291.
- Morkovina S.S., Kunickaya O., Dolmatova L., Markov O., Nguyen V.L., Baranova T., Shadrina S., Grin'ko O. Comparative analysis of economic aspects of growing seedlings with closed and open root systems: the experience of Russia // Asian Journal of Water, Environment and Pollution. 2021. V. 18. № 2. P. 19-26.
- Kunickaya O., Tanyukevich V., Khmeleva D., Kulik A., Runova E., Savchenkova V., Voronova A., Lavrov M. Cultivation of the targeted forest plantations // Journal of Environmental Treatment Techniques. 2020. V. 8. № 4. P. 1385-1393.
- Рудов С.Е., Григорьева О.И., Григорьев И.В. Эффективное восстановление лесов на вечной мерзлоте // Лесная инженерия, материаловедение и дизайн: материалы 86-й науч.-технической конф. проф.-препод. состава, науч. сотрудников и аспирантов (31 янв. - 12 февр. 2022 г.). Минск: БГТУ, 2022. С. 38-41.
- Григорьева О.И., Гринько О.И., Григорьев И.В. Моделирование развития многокомпонентной лесной экосистемы после лесного пожара // Лесная инженерия, материаловедение и дизайн: материалы 86-й науч.-технической конф. проф.-препод. состава, науч. сотрудников и аспирантов (31 янв. - 12 февр. 2022 г.). Минск: БГТУ, 2022. С. 34-37.
- Григорьев Г.В., Дмитриева И.Н., Куницкая О.А. Беспилотная техника для целей лесного комплекса и мониторинга состояния водных объектов // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2021. № 10. С. 3-10.
- Куницкая О.А., Давтян А.Б., Помигуев А.В. Транспортно-технологические комплексы для производства топливной щепы // Транспортные и транспортно-технологические системы: материалы Междунар. науч.-технической конф. (15 апр. 2021 г.). Тюмень, 2021. С. 141-144.
- Куницкая О.А., Никитина Е.И., Николаева Ф.В. Особенности лесозаготовки в Республике Саха (Якутия) // Управление земельными ресурсами, землеустройство, кадастр, геодезия и картография. Проблемы и перспективы развития: сб. материалов Всерос. науч.-практической конф. с междунар. участием, посвящ. 255-летию Землеустройству Якутии и Году науки и технологий (26 февр. 2021 г.). Якутск, 2021. С. 308-313.
- Никитина Е.И., Куницкая О.А., Николаева Ф.В. Проект организации лесозаготовок в условиях Алданского лесничества с применением многооперационных лесозаготовительных комплексов // Современные проблемы и достижения аграрной науки в Арктике: сб. науч. ст. по материалам Всерос. студенческой науч.-практической конф. с междунар. участием в рамках «Северного форума - 2020» (29-30 сент. 2020 г.) и Междунар. науч. онлайн летней школы - 2020 (6-20 июля 2020 г.). Якутск, 2020. С. 138-148.
- Бурмистрова О.Н., Просужих А.А., Хитров Е.Г., Куницкая О.А., Лунева Е.Н. Теоретические исследования производительности форвардеров при ограничениях воздействия на почвогрунты // Изв. высш. учеб. заведений. Лесной журнал. 2021. № 3 (381). С. 101-116.
- Куницкая О.А., Никитина Е.И. Экологические аспекты выборочных рубок леса // Эколого-экономические и технологические аспекты устойчивого развития Республики Беларусь и Рос. Федерации: сб. ст. III Междунар. науч.-технической конф. «Минские науч. чтения-2020»: в 3 т. (3 дек. 2020 г.). Минск, 2021. С. 286-291.
- Бурмистрова О.Н., Просужих А.А., Хитров Е.Г., Рудов С.Е., Куницкая О.А., Калита О.Н. Влияние переменных коэффициентов сопротивления движению и сцепления на производительность форвардера // Деревообрабатывающая пром-сть. 2021. № 1. С. 3-16.
- Заровняев Т.Д., Никитина Е.И., Куницкая О.А. Технологический процесс по переработке отходов лесозаготовительного производства // Современные проблемы и достижения аграрной науки в Арктике: сб. науч. ст. по материалам Всерос. студенческой науч.-практической конф. с междунар. участием в рамках «Северного форума - 2020» (29-30 сент. 2020 г.) и Междунар. науч. онлайн летней школы - 2020 (6-20 июля 2020 г.). Якутск, 2020. С. 107-114.
- Куницкая О.А. Повышение эффективности лесной промышленности Республики Саха (Якутия) путем развития лесохимических технологий // Повышение эффективности лесного комплекса: материалы Шестой Всерос. нац. науч.-практической конф. с междунар. участием (22 мая 2020 г.). Петрозаводск, 2020. С. 88-89.
- Куницкая О.А., Помигуев А.В. Переработка древесины на мобильных линиях лесных терминалов // Вестн. АГАТУ. 2021. № 3 (3). С. 82-99.
- Куницкая О.А., Просужих А.А., Давтян А.Б., Григорьев М.Ф., Григорьева А.И. Организационно-технические решения для повышения коэффициента технической готовности лесных машин // Энергоэффективность и энергосбережение в современном производстве и обществе: ма-

териалы междунар. науч.-практической конф. (9-10 июня 2020 г.). Воронеж, 2020. С. 162-167.

17. Куницкая О.А. Проактивный сервис для лесных машин // Повышение эффективности лесного комплекса: материалы Шестой Всерос. нац. науч.-практической конф. с междунар. участием (22 мая 2020 г.). Петрозаводск, 2020. С. 86-87.
18. Давтян А.Б., Куницкая О.А., Григорьев М.Ф., Степанова Д.И. Оценка эффективности создания и эксплуатации энергетических лесных плантаций // Энергоэффективность и энергосбережение в современном производстве и обществе: материалы междунар. науч.-практической конф. (6-07 июня 2019 г.). Воронеж, 2019. С. 61-65.
19. Куницкая О.А., Пудова Т.М., Никитина Е.И. Перспективные направления переработки низкотоварной древесины и древесных отходов в Республике Саха (Якутия) // Потенциал науки и образования: современные исследования в области агрономии, землеустройства, лесного хозяйства: сб. тр. конф. (20 марта 2019 г.). Якутск, 2019. С. 14-18.
20. Давтян А.Б., Куницкая О.А., Григорьев М.Ф., Степанова Д.И., Григорьева А.И. Основы повышения эффективности систем машин для создания и эксплуатации лесных плантаций // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2020. № 56. С. 19-22.

#### References

1. Kunickaya O.A., Novgorodov D.V., Markov O.B. Problems of effective processing of wood damaged by forest fire // Kompleksnye voprosy agrarnoy nauki i obrazovaniya: sb. nauch. st. po materialam Vnutrivuzovskoy nauch.-prakticheskoy konf., posvyashch. 65-letiyu Vysshego agrarnogo obrazovaniya Respubliki Saha (Yakutiya) i Vseros. studencheskoy nauch.-prakticheskoy konf. s mezhdunar. uchastiem v ramkah «Severnogo foruma - 2021» (27 sent. - 12 noyab. 2021 g.). Yakutsk, 2021. P. 285-291.
2. Morkovina S.S., Kunickaya O., Dolmatova L., Markov O., Nguyen V.L., Baranova T., Shadrina S., Grin'ko O. Comparative analysis of economic aspects of growing seedlings with closed and open root systems: the experience of Russia // Asian Journal of Water, Environment and Pollution. 2021. V. 18. № 2. P. 19-26.
3. Kunickaya O., Tanyukevich V., Khmeleva D., Kulik A., Runova E., Savchenkova V., Voronova A., Lavrov M. Cultivation of the targeted forest plantations // Journal of Environmental Treatment Techniques. 2020. V. 8. № 4. P. 1385-1393.
4. Rudov S.E., Grigor'eva O.I., Grigor'ev I.V. Effective restoration of forests on permafrost // Lesnaya inzheneriya, materialovedenie i dizajn: materialy 86-j nauch.-tekhnicheskoy konf. prof.-prepod. sostava, nauch. sotrudnikov i aspirantov (31 yanv. - 12 fevr. 2022 g.). Minsk: BGTU, 2022. P. 38-41.
5. Grigor'eva O.I., Grin'ko O.I., Grigor'ev I.V. Modelling of development of a multicomponent forest ecosystem after a forest fire // Lesnaya inzheneriya, materialovedenie i dizajn: materialy 86-j nauch.-tekhnicheskoy konf. prof.-prepod. sostava, nauch. sotrudnikov i aspirantov (31 yanv. - 12 fevr. 2022 g.). Minsk: BGTU, 2022. P. 34-37.
6. Grigor'ev G.V., Dmitrieva I.N., Kunickaya O.A. Unmanned aerial vehicles for forestry and monitoring of water bodies // Remont, Vosstanovlenie, Modernizatsiya (Repair, Reconditioning, Modernization). 2021. № 10. P. 3-10.
7. Kunickaya O.A., Davtyan A.B., Pomiguyev A.V. Transport-technological complexes for the production of fuel chips // Transportnye i transportno-tekhnologicheskie sistemy: materialy Mezhdunar. nauch.-tekhnicheskoy konf. (15 apr. 2021 g.). Tyumen', 2021. P. 141-144.
8. Kunickaya O.A., Nikitina E.I., Nikolaeva F.V. Features of logging in the Republic of Sakha (Yakutia) // Upravlenie zemel'nymi resursami, zemleustrojstvo, kadastr, geodeziya i kartografiya. Problemy i perspektivy razvitiya: sb. materialov Vseros. nauch.-prakticheskoy konf. s mezhdunar. uchastiem,

- posvyashch. 255-letiyu Zemleustrojstvu YAkutii i Godu nauki i tekhnologij (26 fevr. 2021 g.). YAkutsk, 2021. P. 308-313.
9. Nikitina E.I., Kunickaya O.A., Nikolaeva F.V. Project of logging organization in conditions of Aldan forestry with the use of multi-operational logging complexes // Sovremennye problemy i dostizheniya agrarnoy nauki v Arktike: sb. nauch. st. po materialam Vseros. studencheskoy nauch.-prakticheskoy konf. s mezhdunar. uchastiem v ramkah «Severnogo foruma - 2020» (29-30 sent. 2020 g.) i Mezhdunar. nauch. onlajn letnej shkoly - 2020 (6-20 iyulya 2020 g.). YAkutsk, 2020. P. 138-148.
10. Burmistrova O.N., Prosuzhikh A.A., Hitrov E.G., Kunickaya O.A., Luneva E.N. Theoretical studies of forwarder productivity under the restrictions of soil impact // Bulletin of higher educational institutions. Lesnoy zhurnal (Forestry journal). 2021. № 3 (381). P. 101-116.
11. Kunickaya O.A., Nikitina E.I. Ecological aspects of selective logging // Ekologo-ekonomicheskie i tekhnologicheskie aspekty ustojchivogo razvitiya Respubliki Belarus' i Ros. Federacii: sb. st. III Mezhdunar. nauch.-tekhnicheskoy konf. «Minskije nauch. chteniya-2020»: v 3 t. (3 dek. 2020 g.). Minsk, 2021. P. 286-291.
12. Burmistrova O.N., Prosuzhikh A.A., Hitrov E.G., Rudov S.E., Kunickaya O.A., Kalita O.N. Effect of Variable drag and traction coefficients on forwarder performance // Derevoobrabatavashaya promishlennost' (Woodworking industry). 2021. № 1. P. 3-16.
13. Zarovnyaev T.D., Nikitina E.I., Kunickaya O.A. Technological process for processing logging waste // Sovremennye problemy i dostizheniya agrarnoy nauki v Arktike: sb. nauch. st. po materialam Vseros. studencheskoy nauch.-prakticheskoy konf. s mezhdunar. uchastiem v ramkah «Severnogo foruma - 2020» (29-30 sent. 2020 g.) i Mezhdunar. nauch. onlajn letnej shkoly - 2020 (6-20 iyulya 2020 g.). YAkutsk, 2020. P. 107-114.
14. Kunickaya O.A. Improving the efficiency of the forest industry of the Republic of Sakha (Yakutia) through the development of forest chemical technologies // Povyshenie effektivnosti lesnogo kompleksa: materialy SHestoj Vseros. nac. nauch.-prakticheskoy konf. s mezhdunar. uchastiem (22 maya 2020 g.). Petrozavodsk, 2020. P. 88-89.
15. Kunickaya O.A., Pomiguyev A.V. Processing of wood on mobile lines of timber terminals // Vestnik ASAU (Scientific journal of Arctic State Agrotechnological University). 2021. № 3 (3). P. 82-99.
16. Kunickaya O.A., Prosuzhikh A.A., Davtyan A.B., Grigor'ev M.F., Grigor'eva A.I. Organizational and technical solutions to increase the factor of technical availability of forest machines // Energoeffektivnost' i energosberezhenie v sovremennom proizvodstve i obshchestve: materialy mezhdunar. nauch.-prakticheskoy konf. (9-10 iyunya 2020 g.). Voronezh, 2020. P. 162-167.
17. Kunickaya O.A. Proactive service for forest machines // Povyshenie effektivnosti lesnogo kompleksa: materialy SHestoj Vseros. nac. nauch.-prakticheskoy konf. s mezhdunar. uchastiem (22 maya 2020 g.). Petrozavodsk, 2020. P. 86-87.
18. Davtyan A.B., Kunickaya O.A., Grigor'ev M.F., Stepanova D.I. Assessment of Efficiency of Creation and Operation of Energy Forest Plantations // Energoeffektivnost' i energosberezhenie v sovremennom proizvodstve i obshchestve: materialy mezhdunar. nauch.-prakticheskoy konf. (6-07 iyunya 2019 g.). Voronezh, 2019. P. 61-65.
19. Kunickaya O.A., Pudova T.M., Nikitina E.I. Prospective directions of processing low-grade wood and wood waste in the Republic of Sakha (Yakutia) // Potencial nauki i obrazovaniya: sovremennye issledovaniya v oblasti agronomii, zemleustrojstva, lesnogo hozyajstva: sb. tr. konf. (20 marta 2019 g.). YAkutsk, 2019. P. 14-18.
20. Davtyan A.B., Kunickaya O.A., Grigor'ev M.F., Stepanova D.I., Grigor'eva A.I. Fundamentals of increasing the efficiency of machinery systems for creating and operating forest plantations // Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa. 2020. № 56. P. 19-22.