

## ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И СИНТЕЗ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕСАДКИ ПОДРОСТА НА ОТДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ЕДИНИЦАХ ЛЕСНОГО ФОНДА

Ширнин Ю.А., Рукомойников К.П.

*ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет», Йошкар-Ола, Россия (424000, Республика Марий Эл, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 3), e-mail: <http://www.volgatech.net>*

Предметом исследования статьи является разработка вариантов комплектов машин для пересадки подроста с закрытой корневой системой из-под полога леса. Предлагается совмещение рубок промежуточного пользования (прореживаний и проходных) с рубками главного пользования (прежде всего выборочных) в несколько приемов и использование подроста предварительного возобновления. Подрост выкапывается с площадей гарантированного уничтожения и пересаживается после проведения очередного приема рубки вместо уничтоженного или поврежденного – на полупасеки (но не на площади волоков, лесопогрузочных пунктов и зоны безопасности). При этом формируется разновозрастный древостой сложного улучшенного состава. В статье приведены результаты функционального анализа и синтеза процессов выкопки, транспортировки и посадки подроста на отдельных территориальных единицах лесного фонда. Полученные результаты позволяют работникам лесопромышленного комплекса ознакомиться с новыми направлениями развития техники и технологии с целью последующего их эффективного внедрения в производственную деятельность и могут быть использованы малообъемными лесозаготовительными предприятиями при проектировании рубок.

Ключевые слова: лесосечные работы, технологическое оборудование, лесовосстановление, подрост, корни, выкопка посадочного материала, посадка.

## THE FUNCTIONAL ANALYSIS AND SYNTHESIS PROCESSES OF THE UNDERGROWTH TRANSPLANTATION TO THE SEPARATE TERRITORIAL UNIT OF THE FOREST FUND

Shirnin Y.A., Rukomojnikov K.P.

*Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola, Russia (424000, Yoshkar-Ola, street Lenin, 3), e-mail: <http://www.volgatech.net>*

The subject of the research paper is to develop options for machines sets to transplantation undergrowth with closed root system under the forest canopy. The author proposed combined intermediate felling (thinning and transit) with final felling (especially transit) in several steps and the use of undergrowth prior renewal. Undergrowth excavated from the areas of secure destruction and transplanted after the next meal instead of logging destroyed or damaged - by half-swath (but not on the area trails, loading timber settlements and security zones). It is generate a complex multi-age stands of improved composition. The results of the functional analysis and synthesis processes of digging, transporting and planting undergrowth in certain territorial units of the forest reserve. The obtaining results allow timber industry workers to find new areas of engineering and technology in order to further their effective implementation in industrial activity and can be used for small-volume logging companies.

Key words: forest exploitation, process equipment, reforestation, young growth, roots, outplanting, sapling planting.

**Введение.** С 1992 года на кафедре ТОЛП ПГТУ совместно с МГУЛ ведутся исследования по использованию подроста естественного происхождения в качестве культур на вырубках малой площади. Подрост выкапывается с площадей гарантированного уничтожения и пересаживается после проведения очередного приема рубки вместо уничтоженного или поврежденного – на полупасеки (но не на площади волоков, лесопогрузочных пунктов и зоны безопасности). Доказано, что приживаемость, качество будущих насаждений,

устойчивость к болезням и вредителям гораздо выше, чем у культур из питомника [5]. При этом формируется разновозрастный древостой улучшенного состава.

**Цель исследования:** формирование вариантов систем машин на основе функционального анализа и синтеза процессов пересадки подроста.

**Материал и методы исследования.** При подготовке материалов статьи использованы методы функционального анализа и системного подхода.

Обрабатываемые операции технологического процесса пересадки подроста направлены на изменение формы напочвенного покрова лесосек и вырубок. ВИ – выкопка подроста индивидуальная; ВЯ – выкопка ямок для посадки подроста.

Операции, тесно связанные с обрабатываемыми, следующие: РК – доставка и раскладка контейнеров; ДТС – доставка подроста в транспортное средство; ДТСК – доставка подроста в транспортное средство с одновременным контейнерованием прикорневой глыбки; ДВХ – доставка подроста к месту временного хранения; ДВХК – доставка подроста к месту временного хранения с одновременным контейнерованием прикорневой глыбки; ВОП – выгрузка с одновременной посадкой; ЗПУП – захват и перемещение с установкой для посадки.

К транспортным операциям следует отнести: ПТ – погрузка на транспортное средство; ТП – транспортировка подроста; ВВХ – выгрузка для временного хранения; ВВХК – выгрузка для временного хранения с одновременным контейнерованием прикорневой глыбки.

Ниже представлены функциональные схемы процессов выкопки, транспортировки и посадки подроста при индивидуальной выкопке с корневой глыбкой.

- 1 ВИ -> ДТС -> ТП -> ВЯ -> ВОП;
- 2 ВИ -> ДТС -> ТП -> ВВХК -> ВЯ -> ЗПУП;
- 3 ВИ -> РК -> ДТСК -> ТП -> ВЯ -> ВОП;
- 4 ВИ -> РК -> ДВХК -> ПТ -> ТП -> ВЯ -> ВОП;
- 5 ВИ -> РК -> ДВХК -> ПТ -> ТП -> ВВХ -> ВЯ -> ЗПУП.

Для осуществления вышеперечисленных вариантов необходимо выполнить ряд условий, при которых обеспечивается приживаемость подроста. К таким условиям можно отнести наличие выкапывающего устройства [1–4], соответствующий состав грунта для сохранения формы глыбки либо введение дополнительной операции по раскладке биологически растворимых в грунте контейнеров (РК).

Главным определяющим параметром выбора агрегата является расстояние между местами выкопки и посадки. Следует учитывать почвенно-грунтовые условия, полноту насаждения, технологию пересадки (с временным хранением или без него) и др.

**Результаты исследования и их обсуждение.** В результате исследования предложены следующие наиболее приемлемые с функциональной точки зрения варианты агрегатирования.

**1. ВИ -> ДТС (ДТСК, ДВХК).** Для выполнения этих функций на базовом шасси должен быть манипулятор с выкапывающим устройством. Мощность двигателя должна реализовываться главным образом в процессе выкопки подроста на тяжелых грунтах.

**2. ПТ -> ТП -> ВЯ -> ВОП.** Для выполнения функций варианта 2 агрегат должен иметь манипулятор с выкапывающим устройством (последнее используется также для захвата и погрузки бывшего на хранении подроста) и тележкой. В варианте 2 мощность двигателя базового шасси должна быть рационально использована как на выкопке ямок, так и при транспортировке подроста. Варианты могут использоваться в функциональной схеме 4.

**3. ВЯ -> ЗПУП.** Большой скорости агрегату не требуется, зато нужен скоростной мощный манипулятор с выкапывающим устройством, на привод которого в основном расходуется мощность двигателя. Вариант может использоваться в функциональной схеме 5.

**4. ВИ -> ДТС -> ТП -> ВЯ -> ВОП.** Вариант создает условия, при которых все функции выполняются одной машиной. Агрегат найдет применение при условиях, когда места выкопки и посадки близки друг к другу. Рациональное распределение энергии – одна из важных задач конструирования такого агрегата. Агрегат реализует функциональную схему 1.

**5. ПТ-ТП-ВВХ.** Вариант 5 для погрузки подроста, выгрузки на временное хранение оборудуется манипулятором (с устройством для захвата и выгрузки) и тележкой. Агрегат должен быть скоростной, поскольку главной его задачей является транспортировка, а манипулятор – легкий и маневренный. Агрегат может быть включен в функциональную схему 5.

**6. ПТ -> ТП.** Агрегат должен состоять из базового шасси с манипулятором с захватным устройством и тележкой. Лучше, если тележка прицепная. Тогда, отцепив тележку с подростом у места посадки и прицепив порожнюю, агрегат, не дожидаясь посадки, отправляется к месту выкопки. Для этого в технологическом комплексе должно быть не менее 3 тележек. Вариант может быть использован в функциональных схемах 4, 5.

**7. ТП.** Вариант 7 может быть использован в функциональной схеме 1.

**Заключение.** Предложенные в табл. 1–4 варианты агрегатирования позволят работникам лесопромышленного комплекса, заинтересованным в развитии парка лесосечных и лесовосстановительных машин, ознакомиться с новыми направлениями развития техники и технологии с целью последующего их эффективного внедрения в производственную деятельность и могут быть использованы малообъемными лесозаготовительными предприятиями при проектировании рубок с совмещенным лесовосстановлением.

*Статья подготовлена в рамках научно-исследовательской деятельности ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет» по заданию Министерства образования и науки РФ в 2012 году № 7.1846.2011.*

Таблица 1 – Системы машин при сочетании функций по функциональной схеме 1

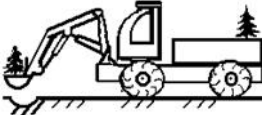
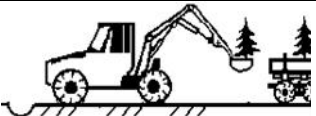


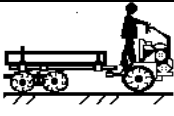

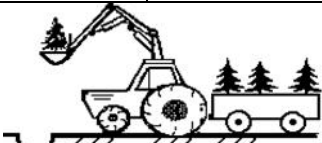
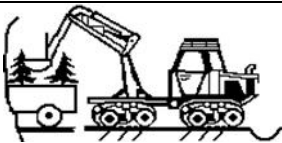
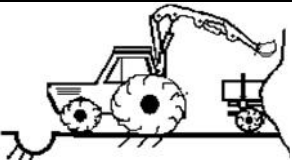


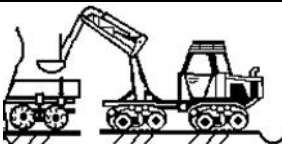
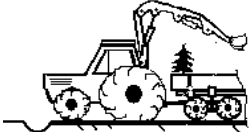

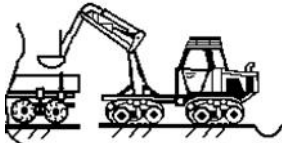
Сочетание функций	ВИ	ДТС	ТП		ВЯ	ВОП	Примечание
			по лесосеке	по дороге			
а							На всех операциях работает один агрегат.
б							Работают два агрегата: один на выкопке, другой на транспортировке и посадке
в							Работают три агрегата: один на выкопке, другой на транспортировке, третий на посадке.
г							Работают два агрегата: первый на выкопке и транспортировке, второй на посадке.
д							Работают четыре агрегата: один на выкопке, другой на транспортировке по лесосеке, третий на транспортировке по дороге, четвертый на посадке.
е							Работают три агрегата: один на выкопке и транспортировке по лесосеке, второй на транспортировке по дороге, третий на посадке.

Таблица 2 – Системы машин при сочетании функций по функциональной схеме 2















Сочетание функций	ВИ	ДТС	ТП		ВВХК	ВЯ	ЗПУП	Примечание
			по лесосеке	по дороге				
а							Работают два агрегата: первый на выкопке, транспортировке и выгрузке с контейнированием, второй на выкопке ямок и посадке.	
б							Работают три агрегата: первый на выкопке, второй на транспортировке и выгрузке контейнированием, третий на выкопке ямок и посадке.	
в							Работают три агрегата: первый на выкопке, второй на транспортировке, третий на выгрузке с контейнированием, выкопке ямок и посадке.	
г							Работают четыре агрегата: первый на выкопке, второй на транспортировке по лесосеке, третий на транспортировке по дороге, четвертый на выгрузке с контейнированием, выкопке ямок и посадке.	

Таблица 3 – Системы машин при сочетании функций по функциональной схеме 3

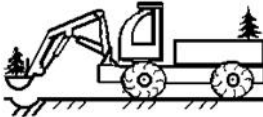
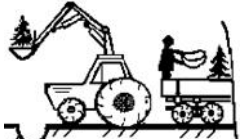


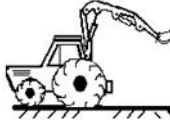
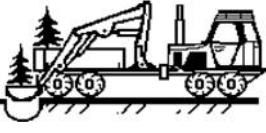

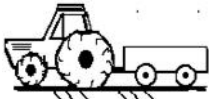
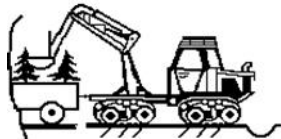




Сочетание функций	ВИ	РК	ДТСК	ТП		ВЯ	ВОП	ПРИМЕЧАНИЕ
				по лесосеке	по дороге			
а								Работает один агрегат на всех операциях.
б								Работают два агрегата: первый на выкопке и погрузке с контейнеризацией, второй (с облегченным технологическим оборудованием) на транспортировке, выкопке ямок и посадке.
в								Работают два агрегата: первый на выкопке, контейнеризации, транспортировке и посадке, второй на выкопке ямок.
г							Работают три агрегата: первый на выкопке и погрузке с контейнеризацией, второй на транспортировке, третий на выкопке ям и посадке.	
д								Работают четыре агрегата: первый на выкопке и погрузке с контейнеризацией, второй на транспортировке по лесосеке, третий на транспортировке по дороге (требуются 4 сменные тележки), четвертый на посадке.

Таблица 4 – Системы машин при сочетании функций по функциональной схеме 4

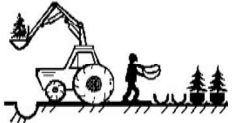
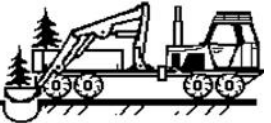
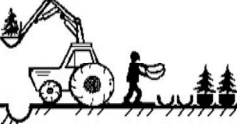
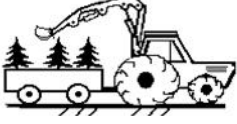

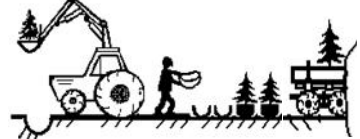

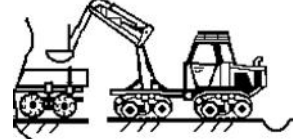
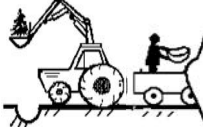


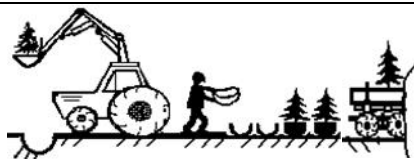
Сочетание функций	ВИ	РК	ДВХК	ПТ	ТП		ВЯ	ВОП	ПРИМЕЧАНИЕ
					по лесосеке	по дороге			
а									Работают два агрегата: первый на выкопке и контейнировании, второй на погрузке, транспортировке и посадке.
б									Работают два агрегата: первый в разное время выкапывает и укладывает в контейнеры, а затем с подцепленной тележкой производит погрузку и транспортировку, смену тележек, возвращение к месту выкопки; второй на посадке.
в									Работают три агрегата: в разное время первый на выкопке, контейнировании и погрузке; второй на транспортировке (с тремя сменными тележками); третий на посадке.
г									Работает один агрегат: в разное время выкапывает подрост и контейнирует, а затем с прицепленной тележкой производит погрузку, транспортировку и посадку.

Таблица 5 – Системы машин при сочетании функций функциональной схеме 5

Сочетание функций	ВИ	РК	ДВХК	ПТ	ТП		ВВХ	ВЯ	ЗПУП	ПРИМЕЧАНИЕ
					по лесосеке	по дороге				
а										Работают три агрегата: первый на выкопке и контейнировании, второй на погрузке, транспортировке и выгрузке, третий на выкопке ям и посадке.



6



Работают три агрегата: один на выкопке, контейнировании и погрузке, второй на транспортировке, третий на выгрузке, выкопке ям и посадке.

## **Список литературы**

1. Гаджиев Г.М. Обоснование параметров устройства для выкопки посадочного материала с прикорневой глыбкой : дис. ... канд. техн. наук: 05.21.01. – Йошкар-Ола, 1999. – 161 с., ил.
2. Лазарев А.В. Обоснование технологии и комплекта машин для пересадки подроста : дис. ... канд. техн. наук: 05.21.01. – Йошкар-Ола, 1999. – 138 с., ил.
3. Патент РФ № 99113548/13, 21.06.99. / Ширнин Ю.А., Шестаков Я.И. Гаджиев Г.М. Рабочий орган для выкопки подроста // Патент России № 2155473.2000. Бюл. № 25.
4. Патент РФ № 2001123480/28, 21.08.2001. / Ширнин Ю.А., Лазарев А.В., Рукомойников К.П. и др. Грейферное приспособление для захвата сортиментов и пересадки подроста // Патент России № 2213690.2003. Бюл. № 9.
5. Ширнин Ю.А. [и др.] Технология машинной пересадки подроста в процессе лесозаготовок. – Йошкар-Ола : МарГТУ, 2003. – 152 с.

## **Рецензенты**

Войтко Петр Филиппович, д.т.н., профессор, декан лесопромышленного факультета, ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет», г. Йошкар-Ола.

Царев Евгений Михайлович, д.т.н., профессор, ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет», г. Йошкар-Ола.