

УДК 631.336.6

ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КОМПЛЕКТОВ АГРЕГАТОВ ПРИ ПЕРЕСАДКЕ ПОДРОСТА ИЗ-ПОД ПОЛОГА ЛЕСА*

© *К.П. Рукомойников, канд. техн. наук, доц.*

Поволжский государственный технологический университет, пл. Ленина, д. 3,
г. Йошкар-Ола, Республика Марий Эл, Россия, 424000;
e-mail: RukomojnikovKP@marstu.net

Рассмотрен способ совмещенного лесовосстановления, при котором предлагается совмещение рубок и лесовосстановительных операций. Подрост выкапывается с площадей его гарантированного уничтожения и высаживается на безопасных участках. Отмечено, что в настоящее время отсутствует методика обоснования производительности комплектов агрегатов, задействованных на операциях совмещенного лесовосстановления. Даны рекомендации по формированию комплектов агрегатов, проведен анализ их функционирования в различных производственных условиях. Предложены математические зависимости для расчета производительности агрегатов, задействованных на различных операциях технологического процесса пересадки подростка с учетом их взаимосогласованной работы. Даны рекомендации к осуществлению технологического процесса пересадки подростка с минимальными простоями машин и механизмов. Предложенная методика расчета комплексной выработки позволяет обосновать эффективность функционирования комплектов агрегатов под пологом леса в любых производственных условиях с учетом разнообразных природно-производственных факторов.

Ключевые слова: лесной квартал, лесовосстановление, пересадка подростка, лесозаготовка, полог леса.

Исследования по использованию елового подростка естественного происхождения в качестве культур на вырубках малой площади ведутся с 1992 г. в Поволжском государственном технологическом университете совместно с учеными Московского государственного университета леса. Среди них А.К. Редкин, Ю.А. Ширнин [1], Г.М. Гаджиев [2], А.В. Лазарев [3] и др. В настоящее время разработаны и прошли экспериментальную проверку рабочие органы для пересадки подростка с закрытой корневой системой [4, 6]. Доказана эффективность концентрации работ по пересадке подростка в пределах лесного квартала [5, 10]. Доказано [7] и подтверждено исследованиями зарубежных авторов [8, 9], что приживаемость, качество будущих насаждений, устойчивость к болезням и вредителям гораздо выше, чем у созданных из посадочного материала, выращенного в питомниках.

*Статья подготовлена в рамках научно-исследовательской работы № 1 базовой части государственного задания ФГБОУ ВПО Поволжского государственного технологического университета.

Достоверность исследований основана на периодических производственных испытаниях новой технологии, в рамках которых предложенное технологическое оборудование прошло неоднократную экспериментальную проверку и подтвердило свою работоспособность в реальных производственных условиях с использованием тракторов МТЗ-80 [2, 3] и форвардера «Валмет-862». Проведенные совместные многолетние теоретические и экспериментальные исследования научных коллективов двух вузов по комплексному освоению участков лесного фонда показали хорошую приживаемость (96 %) пересаживаемого елового подроста с закрытой корневой системой и перспективность данного направления развития техники и технологии лесосечно-лесовосстановительных процессов. Экспериментально определены характеристики елового подроста, который может быть пересажен из-под полога леса с закрытой корневой системой, и оптимальные почвенные условия для его успешной приживаемости [2].

Следующим этапом исследования является разработка методических рекомендаций к расчету комплексной выработки задействованных на этих операциях машин и механизмов.

Согласно предложенной технологии подрост выкапывается лишь с площадей его гарантированного уничтожения в ходе проведения лесосечных работ и высаживается на безопасных участках. За счет разности в возрасте пересаживаемого подроста формируется разновозрастный древостой сложного улучшенного состава, обеспечивающего рост молодняков и приспевающего леса.

При выполнении технологических процессов, связанных с пересадкой подроста, присутствуют различные виды операций: ВИ – выкопка подроста индивидуальная; ВЯ – выкопка ямок для посадки подроста; ДТС – доставка подроста в транспортное средство; ДТСК – доставка подроста в транспортное средство с одновременным контейнерованием прикорневой глыбки; ВОП – выгрузка с одновременной посадкой; ТП – транспортировка подроста.

Одним из вариантов сочетания операций, взятым в качестве примера для расчета производительности комплектов при пересадке подроста, является использование не одного (ВИ→ ДТС(ДТСК)), а двух агрегатов на операциях (ТП→ВЯ→ВОП). Как показывают расчеты, выполненные по методике, предложенной в [3], данный вариант наиболее приемлем при расстоянии транспортировки подроста около 750 м, так как при этом производительность агрегата на выкопке подроста будет примерно равна суммарной производительности агрегатов при посадке подроста. Но на практике среднее расстояние транспортировки подроста редко соответствует рекомендуемому. Отклонение от оптимальных значений, позволяющих обеспечить согласованную работу агрегатов, может быть частично скомпенсировано за счет использования агрегатов, задействованных на менее трудоемких операциях в помощь агрегатам, задействованным на более трудоемких операциях.

При этом возможны следующие ситуации:

$$1.1. T_{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))} / A_{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))} > T_{(ТП \rightarrow ВЯ \rightarrow ВОП)} / A_{(ТП \rightarrow ВЯ \rightarrow ВОП)};$$

$$1.2. T_{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))} / A_{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))} < T_{(ТП \rightarrow ВЯ \rightarrow ВОП)} / A_{(ТП \rightarrow ВЯ \rightarrow ВОП)},$$

где $T_{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))}$ – время, затрачиваемое на выкопку единицы подроста и укладку его в тележку агрегатом (ВИ → ДТС(ДТСК)), с;

$A_{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))}, A_{(ТП \rightarrow ВЯ \rightarrow ВОП)}$ – количество агрегатов, задействованных соответственно на операциях выкопки подроста и его транспортировки с последующей посадкой, шт.;

$T_{(ТП \rightarrow ВЯ \rightarrow ВОП)}$ – время цикла работы агрегата (ТП → ВЯ → ВОП), с.

В ситуации 1.1. в целях сокращения простоев агрегата (ТП → ВЯ → ВОП) рекомендуется его частичное использование на операциях (ВИ → ДТС(ДТСК)). В результате чего может быть достигнуто равенство трудозатрат при выполнении различных циклов технологического процесса:

$$\frac{T_{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))}^{сиг.1.1.}}{A_{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))}} = \frac{T_{(ТП \rightarrow ВЯ \rightarrow ВОП)}^{сиг.1.1.}}{A_{(ТП \rightarrow ВЯ \rightarrow ВОП)}},$$

где $T_{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))}^{сиг.1.1.}$ – время, затрачиваемое на выкопку единицы подроста, с учетом применения агрегата (ВИ → ДТС(ДТСК)) и частичного использования на этой операции агрегата (ТП → ВЯ → ВОП), с,

$$T_{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))}^{сиг.1.1.} = T_{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))} - T_{(ТП \rightarrow ВЯ \rightarrow ВОП)}^{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))} \cdot p^{сиг.1.1.};$$

$T_{(ТП \rightarrow ВЯ \rightarrow ВОП)}^{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))}$ – время, цикла работы агрегата (ТП → ВЯ → ВОП), затрачиваемое на его частичное использование на операциях (ВИ → ДТС(ДТСК)), с;

$p^{сиг.1.1.}$ – коэффициент, характеризующий различия по времени цикла выкопки подроста агрегатом (ВИ → ДТС(ДТСК)) и частично задействованным на этой операции агрегатом (ТП → ВЯ → ВОП);

$T_{(ТП \rightarrow ВЯ \rightarrow ВОП)}^{сиг.1.1.}$ – время, цикла работы агрегата (ТП → ВЯ → ВОП) при его частичном использовании на выкопке подроста из-под полога леса, с,

$$T_{(ТП \rightarrow ВЯ \rightarrow ВОП)}^{сиг.1.1.} = T_{(ТП \rightarrow ВЯ \rightarrow ВОП)} + T_{(ТП \rightarrow ВЯ \rightarrow ВОП)}^{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))};$$

$$T_{(ТП \rightarrow ВЯ \rightarrow ВОП)}^{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))} = \frac{T_{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))} \cdot A_{(ТП \rightarrow ВЯ \rightarrow ВОП)} - T_{(ТП \rightarrow ВЯ \rightarrow ВОП)} \cdot A_{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))}}{A_{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))} + A_{(ТП \rightarrow ВЯ \rightarrow ВОП)} \cdot p^{сиг.1.2.}}.$$

Определим среднее количество подроста, которое должно быть выкопано агрегатом (ТП → ВЯ → ВОП) при его частичном использовании на операциях (ВИ → ДТС(ДТСК)):

$$n_{(ТП \rightarrow ВЯ \rightarrow ВОП)}^{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))} = \frac{\Pi_{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))}^{сиг.1.1} - \Pi_{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))}}{3600 \cdot m \cdot \varphi \cdot (T_{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))}^{сиг.1.1} - T_{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))}^{сиг.1.1.1})},$$

где $\Pi_{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))}^{сиг.1.1}$, $\Pi_{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))}$ – производительность агрегата (ВИ → ДТС(ДТСК)) соответственно с учетом взаимодействия агрегатов и без него, шт.

Комплексная выработка может быть рассчитана по следующей формуле:

$$K_b = \Pi_{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))} \cdot A_{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))} + n_{(ТП \rightarrow ВЯ \rightarrow ВОП)}^{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))} \cdot A_{(ТП \rightarrow ВЯ \rightarrow ВОП)}.$$

Комплексная выработка на одну машину:

$$K_{b1} = \frac{K_b}{A_{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))} + A_{(ТП \rightarrow ВЯ \rightarrow ВОП)}}.$$

В ситуации 1.2. в целях сокращения простоев агрегата (ВИ → ДТС(ДТСК)) возможно перемещение агрегата в направлении транспортировки подроста и организация пункта замены транспортной тележки не в зоне выкопки подроста, а на некотором расстоянии от нее. При этом целесообразно достижение равенства трудозатрат при работе обоих агрегатов:

$$\frac{T_{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))}^{сиг.1.2}}{A_{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))}} = \frac{T_{(ТП \rightarrow ВЯ \rightarrow ВОП)}^{сиг.1.2}}{A_{(ТП \rightarrow ВЯ \rightarrow ВОП)}},$$

где $T_{(ТП \rightarrow ВЯ \rightarrow ВОП)}^{сиг.1.2}$, $T_{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))}^{сиг.1.2}$ – соответственно время цикла работы агрегатов (ТП → ВЯ → ВОП) и (ВИ → ДТС(ДТСК)) при частичном использовании агрегата (ВИ → ДТС(ДТСК)) на транспортировке подроста в направлении к месту его посадки, с,

$$T_{(ТП \rightarrow ВЯ \rightarrow ВОП)}^{сиг.1.2} = T_{(ТП \rightarrow ВЯ \rightarrow ВОП)} - \frac{2 \cdot l_m^{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))}}{\vartheta_T \cdot N};$$

$$T_{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))}^{сиг.1.2} = T_{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))} + \frac{2 \cdot l_m^{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))}}{\vartheta_T^{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))} \cdot N};$$

$l_m^{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))}$ – среднее расстояние, проходимое агрегатом (ВИ → ДТС(ДТСК)) от места посадки до пункта замены транспортной тележки, м;

$\vartheta_T^{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))}$ – средняя скорость перемещения агрегата (ВИ → ДТС(ДТСК)) при транспортировке транспортной тележки, м/с.

Следовательно, рациональное среднее расстояние транспортировки подростка агрегатом (ВИ→ДТС(ДТСК)) до пункта замены транспортной тележки

$$\ell_m^{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))} = \frac{N \cdot \vartheta_r \cdot \vartheta_r^{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))} \cdot \left(\frac{T_{(ТП \rightarrow ВЯ \rightarrow ВОП)}}{A_{(ТП \rightarrow ВЯ \rightarrow ВОП)}} - \frac{T_{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))}}{A_{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))}} \right)}{2 \cdot \left(\frac{\vartheta_r^{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))}}{A_{(ТП \rightarrow ВЯ \rightarrow ВОП)}} + \frac{\vartheta_r}{A_{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))}} \right)}$$

рациональное среднее расстояние транспортировки подростка агрегатом (ТП→ВЯ→ВОП) от пункта замены тележки к месту посадки:

$$\ell_m^{(ТП \rightarrow ВЯ \rightarrow ВОП)} = \ell_m - \ell_m^{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))}$$

Тогда производительность агрегата (ТП→ВЯ→ВОП) при смещении пункта замены транспортной тележки в сторону участка посадки подростка в целях сбалансированности трудозатрат при работе агрегатов различного технологического назначения, входящих в комплект:

$$\Pi_{(ТП \rightarrow ВЯ \rightarrow ВОП)}^{сиг.1.2} = \frac{3600 \cdot m \cdot \varphi_1}{T_{(ТП \rightarrow ВЯ \rightarrow ВОП)} - \left(\frac{\vartheta_r^{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))} \cdot \left(\frac{T_{(ТП \rightarrow ВЯ \rightarrow ВОП)}}{A_{(ТП \rightarrow ВЯ \rightarrow ВОП)}} - \frac{T_{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))}}{A_{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))}} \right)}{\frac{\vartheta_r^{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))}}{A_{(ТП \rightarrow ВЯ \rightarrow ВОП)}} + \frac{\vartheta_r}{A_{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))}}} \right)}$$

производительность агрегата (ВИ→ДТС(ДТСК)):

$$\Pi_{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))}^{сиг.1.2} = \frac{3600 \cdot m \cdot \varphi_1}{T_{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))} + \left(\frac{\vartheta_r \cdot \left(\frac{T_{(ТП \rightarrow ВЯ \rightarrow ВОП)}}{A_{(ТП \rightarrow ВЯ \rightarrow ВОП)}} - \frac{T_{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))}}{A_{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))}} \right)}{\frac{\vartheta_r^{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))}}{A_{(ТП \rightarrow ВЯ \rightarrow ВОП)}} + \frac{\vartheta_r}{A_{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))}}} \right)}$$

Таким образом, комплексная выработка агрегатов в данной ситуации:

$$K_B = \Pi_{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))}^{сиг.1.2} \cdot A_{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))}$$

или

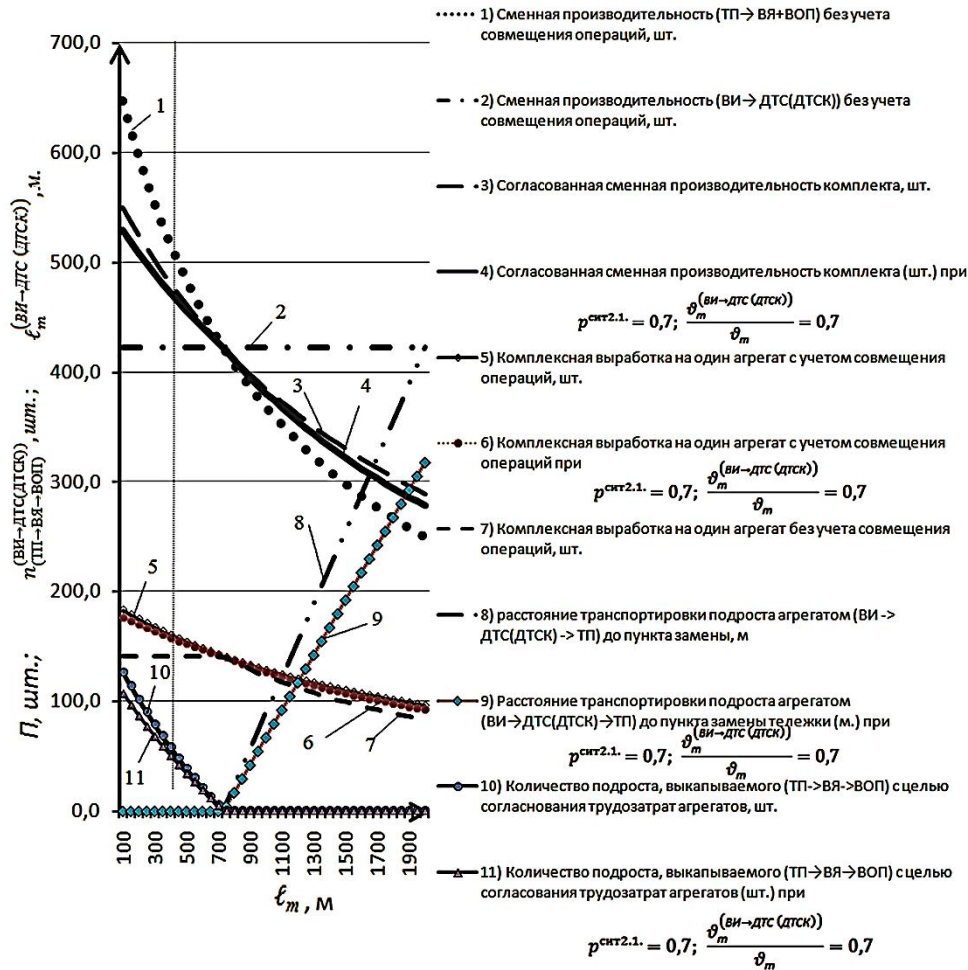
$$K_B = \Pi_{(ТП \rightarrow ВЯ \rightarrow ВОП)}^{сиг.1.2} \cdot A_{(ТП \rightarrow ВЯ \rightarrow ВОП)}$$

Комплексная выработка на одну машину:

$$K_{B1} = \frac{K_B}{A_{(ВИ \rightarrow ДТС(ДТСК))} + A_{(ТП \rightarrow ВЯ \rightarrow ВОП)}}$$

Рисунок демонстрирует эффективность согласованной работы агрегатов с учетом частичной их взаимозаменяемости на смежных операциях на примере комплекта: 1 агрегат (ВИ→ДТС(ДТСК)) + 2 агрегата (ТП→ВЯ→ВОП).

Например, при среднем расстоянии транспортировки подростка, равном 400 м, теоретическая выработка агрегата (ВИ→ДТС(ДТСК)) примерно равна 420 шт. (линия 2), двух агрегатов (ТП→ВЯ→ВОП) – 510 шт. (линия 1). За счет частичного использования агрегатов (ТП→ВЯ→ВОП) на смежных



Анализ функционирования комплекта: 1 агрегат (ВИ→ДТС(ДТСК)) + 2 агрегата (ТП→ВЯ→ВОП)

операциях можно повысить выработку комплекта, ограниченную линией 2, свидетельствующей о низкой (по сравнению с теоретической выработкой двух агрегатов (ТП→ВЯ→ВОП)) производительности агрегата (ВИ→ДТС(ДТСК)).

При согласовании производительности агрегатов возможно повышение комплексной сменной выработки комплекта до 470 шт. подроста (линии 3, 4). При этом два агрегата (ТП→ВЯ→ВОП) по прибытии к месту выкопки частично используются на выкопке подроста из-под полога леса, производительность за смену около 50 шт. подроста (линии 10, 11), средняя комплексная выработка на один агрегат в смену увеличивается примерно со 145 (линия 7) до 160 шт. подроста (линии 5, 6).

Предложенная методика позволяет обосновать эффективность функционирования комплектов агрегатов под пологом леса в любых производственных условиях с учетом разнообразных природно-производственных факторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.с. 1797788, СССР МКИ А 010 23/00. Способ заготовки древесного сырья и лесовозобновления / Ширнин Ю.А., Редькин А.К., Успенский Е.И., Захариков В.М. № 4842725/15; заявл. 21.06.90; опубл. 28.02.93, Бюл. № 8. 2 с.
2. Гаджиев Г.М. Обоснование параметров устройства для выкопки посадочного материала с прикорневой глыбкой: дис ... канд. техн. наук. Йошкар-Ола, 1999. 161 с.
3. Лазарев А.В. Обоснование технологии и комплекта машин для пересадки подроста: дис ... канд. техн. наук. Йошкар-Ола, 1999. 138 с.
4. Пат. № 2155473 РФ, МКИ⁷ А 01G 23/04. Рабочий орган для выкопки подроста/ Ширнин Ю.А., Шестаков Я.И. Гаджиев Г.М. № 99113548/13; заявл. 21.06.99; опубл. 10.09.2000, Бюл. № 25. 4 с.
5. Рукотойников К.П. Разработка алгоритма выбора вариантов прокладки транспортных путей при проведении комплекса лесосечных работ с совмещенным лесовосстановлением // Лесн. вестн. 2010. № 6(75). С. 101–106.
6. Рукотойников К.П. Совершенствование технологического оборудования для пересадки подроста с закрытой корневой системой // Лесн. журн. 2014. № 2(338). С. 9–17.
7. Ширнин Ю.А., Редькин А.К., Лазарев А.В., Гаджиев Г.М., Рукотойников К.П. Технология машинной пересадки подроста в процессе лесозаготовок. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2003. 152 с.
8. Brissette J.C. Barnett J.P. Comparing first-year growth of bare-root and container plantings of shortleaf pine half-sib families // Proceedings of the 20th So Forest Tree Improvement Conf. Pub. June 26th–30th, Charleston SC. 1989. N 42. pp. 354–361.
9. Gwaze D, Melick R, Studyvin C., Hoss G. Survival and growth of container and bareroot shortleaf pine seedlings in Missouri // Proceedings of the Forest and Conservation Nursery Associations. USA: USDA For Serv Gen Tech Rep RMRS-P-43. 2006. pp. 123–126.
10. Rukotojnikov K.P. Technical and technological aspects of progressive cutting forest compartment with combined reforestation // World Applied Sciences Journal. 2013. Vol. 24. Iss. 11. pp. 1429–1434.

Поступила 17.10.14

UDC 631.336.6

Efficiency Substantiation of Functioning of Aggregates Complete Sets at Outplanting of Young Undergrowth from under the Forest Canopy

K.P. Rukotojnikov, Candidate of Engineering, Associate Professor

Volga State University of Technology, Lenina pl., 3, Yoshkar-Ola, 424000, Russia; e-mail: RukotojnikovKP@marstu.net

The paper considers the way of combined reforestation which offers the combination of forest of harvesting and reforestation operations. The undergrowth is dug out from the areas of its guaranteed destruction and planted out on safe sites. It is marked, that now there is no technique of a substantiation of productivity of complete sets of the units involved in the

operations of combined reforestation. The recommendations for formation of complete sets of aggregates are given, the analysis of their functioning in various industrial conditions is carried out. The mathematical dependences for account of productivity of aggregates, involved in various operations of technological process of transplanting of young undergrowth, in view of their coordinated work are offered. The recommendations to realize the technological process of outplanting of undergrowth with the minimal machines downtime are given. The offered design procedure of complete performance allows to prove efficiency of functioning of complete sets of units under the forest canopy in any industrial conditions and a variety of natural and production factors.

Keywords: forest compartment, reforestation, outplanting of young undergrowth, timber harvesting, canopy.

REFERENCES

1. Shirnin Yu.A., Red'kin A.K., Uspenskiy E.I., Zakharikov V.M. *A.S.1797788 SSSR Sposob zagotovki drevesnogo syr'ya i lesovozobnovleniya* [A.S.1797788 USSR. Method of Harvesting of Wood Raw Material and Reforestation].
2. Gadzhiev G.M. *Obosnovanie parametrov ustroystva dlya vykopki posadochnogo materiala s prikornevoy glybkoy*: dis ... kand. tekhn. nauk [Justification of Device Parameters for Planting Material Digging with the Root Clumps: Diss. Cand. Eng. Sci.]. Yoshkar-Ola, 1999. 161 p.
3. Lazarev A.V. *Obosnovanie tekhnologii i komplekta mashin dlya peresadki podrosta*: dis ... kand. tekhn. nauk [Substantiation of Technology and a Set of Machines for Young Growth Outplantation: Cand. Eng. Sci. Diss.]. Yoshkar-Ola, 1999. 138 p.
4. Shirnin Yu.A., Shestakov Ya.I. Gadzhiev G.M. *Rabochiy organ dlya vykopki podrosta* [The Executive Device for Undergrowth Digging]. Patent RF no 2155473, 1999.
5. Rukomoynikov K.P. *Razrabotka algoritma vybora variantov prokladki transportnykh putey pri provedenii kompleksa lesosechnykh rabot s sovmeshchennym lesovosstanovleniem* [Development of Routing Choices Algorithm During Complex Logging Operations with a Combined Reforestation]. *Lesnoy vestnik*, 2010, no. 6 (75), pp.101–106.
6. Rukomoynikov K.P. *Sovershenstvovanie tekhnologicheskogo oborudovaniya dlya peresadki podrosta s zakrytoy kornevoy sistemoy* [Improving the Process Equipment for Containerized Undergrowth Replanting]. *Lesnoy zhurnal*, 2014, no. 2 (338), pp.9–17.
7. Shirnin Yu.A., Red'kin A.K., Lazarev A.V., Gadzhiev G.M., Rukomoynikov K.P. *Tekhnologiya mashinnoy peresadki podrosta v protsesse lesozagotovok* [Machine Technology of Outplant of Young Growth During Logging]. Yoshkar-Ola, 2003. 152 p.
8. Brissette J.C. Barnett J.P. Comparing First-Year Growth of Bare-Root and Container Plantings of Shortleaf Pine Half-Sib Families. In: Schroeder RA, Ed. *Proceedings of the 20th So Forest Tree Improvement Conf. Pub. No. 42. June 26th-30th*. Charleston SC, 1989, pp. 354–61.
9. Gwaze D., Melick R., Studyvin C., Hoss G. Survival and Growth of Container and Bareroot Shortleaf Pine Seedlings in Missouri. Eds. *Proceedings of the Forest and Conservation Nursery Associations*. USA, 2006, pp. 123–126.
10. Rukomoynikov K.P. Technical and Technological Aspects of Progressive Cutting Forest Compartment with Combined Reforestation. *World Applied Sciences Journal*, 2013, vol. 24, iss. 11, pp. 1429–1434.

Received on October 17, 2014

DOI: 10.17238/issn0536-1036.2015.5.26