

ОПТИМИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПЕРВИЧНОЙ ТРАНСПОРТИРОВКИ ДРЕВЕСИНЫ НА ВЫБОРОЧНЫХ РУБКАХ

¹Абрамов В.В., ¹Пошарников Ф.В., ¹Бондаренко А.В., ¹Гудков А.Ю.

¹ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия», Воронеж, Россия (394087 г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8), e-mail: tolp@vglta.vrn.ru

В статье предлагается обобщенный критерий оценки эффективности выполнения первичной транспортировки древесины, отличающийся одновременным учетом прямых производственных затрат, затрат труда, стоимости прокладки волоков и потерь от их изъятия из процесса лесовыращивания, а также повреждений оставляемого древостоя на лесосеке. На его основе разработано программное обеспечение по расчету на ПЭВМ оптимальных технико-технологических параметров процесса первичного транспорта леса различными вариантами, отличающееся возможностью технико-экономического и лесоводственно-экологического совершенствования операции на стадии проектирования с последующим выбором наиболее эффективной технологии в конкретных условиях производства и природной среды. Полученные результаты теоретических и экспериментальных исследований расширяют и уточняют чувствительность моделей для прогнозирования показателей первичной транспортировки древесины к основным факторам влияния и позволяют получить математический аппарат для оптимизации процесса в широко меняющихся природно-производственных условиях.

Ключевые слова: первичный транспорт леса, трелевка древесины, технология лесосечных работ.

OPTIMIZING FREIGHT TRANSPORT TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF PRIMARY WOOD THINNINGS

¹Abramov V.V., ¹Posharnikov F.V., ¹Bondarenko A.V., ¹Gudkov A.Y.

¹Voronezh State Forestry Academy, Voronezh, Russia (394 087 Voronezh, Timiryazev str., 8), e-mail: tolp@vglta.vrn.ru

The paper proposes a generalized criterion for evaluating the effectiveness of the primary transportation of timber, while taking into account different direct manufacturing costs, labor costs, the cost of paving the skid trails and losses of their removal from the process of forest growing, and the damage left by the tree stand on the cutting area. On the basis of software is developed on the calculation on PC optimum technical and technological parameters of hauling various options, the possibility of different techno-economic and silvicultural operations and environmental improvement at the design stage and then selecting the most effective technology under specific conditions of production and the environment. The results are theoretical and experimental investigations extend and refine the sensitivity of models to predict performance logging to the main factors of influence and allow to obtain mathematical tools for process optimization in widely varying conditions of production and the environment.

Key words: primary transport timber, hauling wood harvesting technology works.

В настоящее время лесным комплексом России решаются задачи, направленные на широкое применение ресурсосберегающих технологий, увеличение объема несплошных рубок, повышение экологической совместимости лесных машин с окружающей средой. В таких условиях на лесоистощенных территориях, где основной объем древесины заготавливается от рубок ухода, стремление обеспечить наибольший производственно-экономический

эффект должно реализовываться без снижения лесоводственного результата или роста негативных экологических последствий. В этой связи особое значение приобретает эффективность выполнения первичной транспортировки древесины, как самой затратной операции в технологическом процессе лесосечных работ, определяющей в наибольшей степени лесоводственно-экологические последствия выборочных рубок [1, 3, 5]. Для реализации такого подхода на стадии технологического проектирования предлагается использовать обобщенный показатель качества с помощью процедур принятия многокритериальных решений путем свертывания целей:

$$\sum \bar{C}_{ABC} = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 + C_6 = \left(\frac{C_{m-smi} M_j}{P_{cmi}} + L_i C_{m.ni} \right) + \frac{S_2}{S_{n2}} + \frac{T_3}{T_{n3}} + \frac{P_4}{P_{n4}} + \frac{T_{p5}}{T_{pn}} + \frac{P_{g6}}{T_{pn}} \Rightarrow \min, \quad (1)$$

где C_1 – общие затраты на выполнение первичного транспорта леса, руб;

C_{m-smi} – себестоимость содержания машино-смены i -го технического средства, руб;

M_j – объем древесины заготавливаемый на лесосеке для последующей транспортировки; м³;

P_{cmi} – сменная производительность i -го транспортного средства, м³;

L_i – протяженность i -го типа транспортных путей, м;

$C_{m.ni}$ – стоимость подготовки (волока) или строительства (ус) 1 км i -го типа транспортных путей, руб;

C_2 – показатель повреждаемости стволовой части оставляемых деревьев;

S_2 – количество деревьев, с повреждением ствола после выполнения лесосечных работ, шт.;

S_{n2} – количество оставленных деревьев для последующего лесовыращивания, шт.;

C_3 – показатель повреждаемости тонкомера на лесосеке;

T_3 – количество поврежденного тонкомера в процессе выполнения лесосечных работ, шт.;

T_{n3} – количество тонкомера до выполнения лесосечных работ, шт.;

C_4 – показатель повреждаемости подроста на лесосеке;

P_4 – количество подроста после выполнения рубки, шт.;

P_{n4} – количество подроста до выполнения рубки, шт.;

C_5 – показатель повреждаемости травяного покрова лесосеки;

T_{p5} – протяженность траекторий подтрелевки всех лесоматериалов с пасеки до трелевочного волока, м;

T_{pn} – общая протяженность траекторий перемещения всех лесоматериалов с пасеки до погрузочного пункта, м;

C_6 – показатель повреждаемости почвогрунта лесосеки;

P_{g6} – протяженность траекторий перемещения всех лесоматериалов по трелевочным волокам, м;

T_{pn} – общая протяженность траекторий перемещения всех лесоматериалов с пасеки до погрузочного пункта, м.

Для реализации предлагаемого обобщенного критерия разработан математический аппарат, чувствительный к следующим параметрам и характеристикам: ширина пасеки; расстояние между технологическими позициями; длина оттягивания собирающего троса; ширина ленты; угол укладки дерева относительно трелевочного волока; средний объем предмета труда; запас на гектаре; интенсивность рубки; ширина волока; ширина и глубина разрабатываемой делянки; доля используемой рейсовой нагрузки; перепад высот; вид склона (конусообразный, веерообразный, прямой); средняя длина предмета труда; расстояние между погрузочной и перегрузочной площадками [2, 6]. Достоверность полученных моделей подтвердилась серией производственных экспериментов с расхождением – 5 %. После этого создано программное обеспечение для расчета на ПЭВМ оптимальных параметров первичной транспортировки древесины с позиций технико-экономического и лесоводственно-экологического совершенствования процесса, рекомендуемое к использованию в лесозаготовительных предприятиях малолесных районов на стадии технологического проектирования лесосечных работ.

Пример успешного использования обозначенных научно-исследовательских разработок можно наблюдать в условиях ООО «Бутурлиновский лес», где для оценки характера и степени влияния, основных природно-производственных факторов по каждому составляющему обобщенного показателя качества проводился предварительный вычислительный эксперимент [5]. На рисунке 1 показаны результаты такого эксперимента по критерию общих производственных затрат.

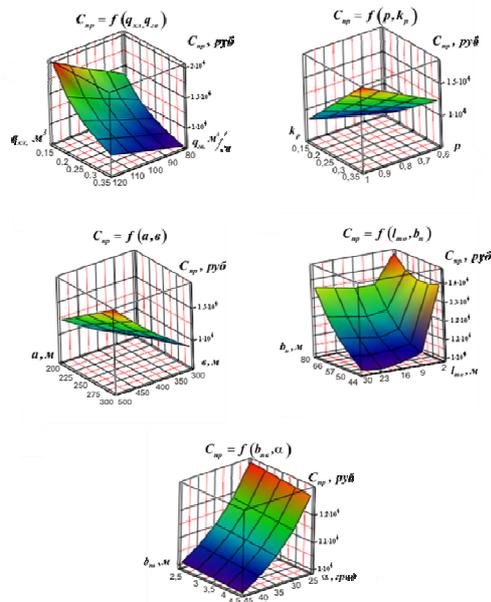


Рисунок 1. Графики зависимости общих затрат на первичный транспорт от исследуемых факторов влияния при работе агрегата МТЗ-82 + ЗТЛ-2

На основе анализа результатов предварительной серии экспериментов для выполнения многокритериальной оптимизации первичной транспортировки древесины были выбраны следующие транспортно-технологические параметры процесса: x_1 – ширина пасеки b_n ; x_2 – расстояние между технологическими стоянками $l_{м.н.}$; x_3 – длина оттягивания тягособирающего троса трелевочной техники на пасечном волоке $l_{м.о}$; x_4 – угол укладки дерева относительно трелевочного волока α . Для решения оптимизационной задачи варьирование производилось на следующих уровнях: $x_1 = 31,3$ м; 41,7 м; 50 м; 62,5 м; 71,4 м; $x_2 = 5$ м; 10 м; 15 м; 20 м; 25 м; $x_3 = 10$ м; 13 м; 15 м; 17 м; 20 м; $x_4 = 25$ град.; 30 град.; 35 град.; 40 град.; 45 град. Факторы состояния фиксировались следующими значениями: доля трелеваемой древесины от рейсовой нагрузки $p = 1$; средний объем хлыста $q = 0,25$ м³; запас древесины на 1 га $q_{за} = 110$ м³/га; интенсивность изреживания насаждения $k_p = 0,25$; ширина пасечного волока $b_{н.в} = 3$ м; ширина визира $b_{вз.} = 1$ м; ширина магистрального волока $b_{м.в} = 5$ м; ширина делянки $в = 500$ м; глубина делянки $a = 250$ м. Результаты вычислительного эксперимента по оптимизации технологических параметров выполнения первичного транспорта представлены на рисунке 2.

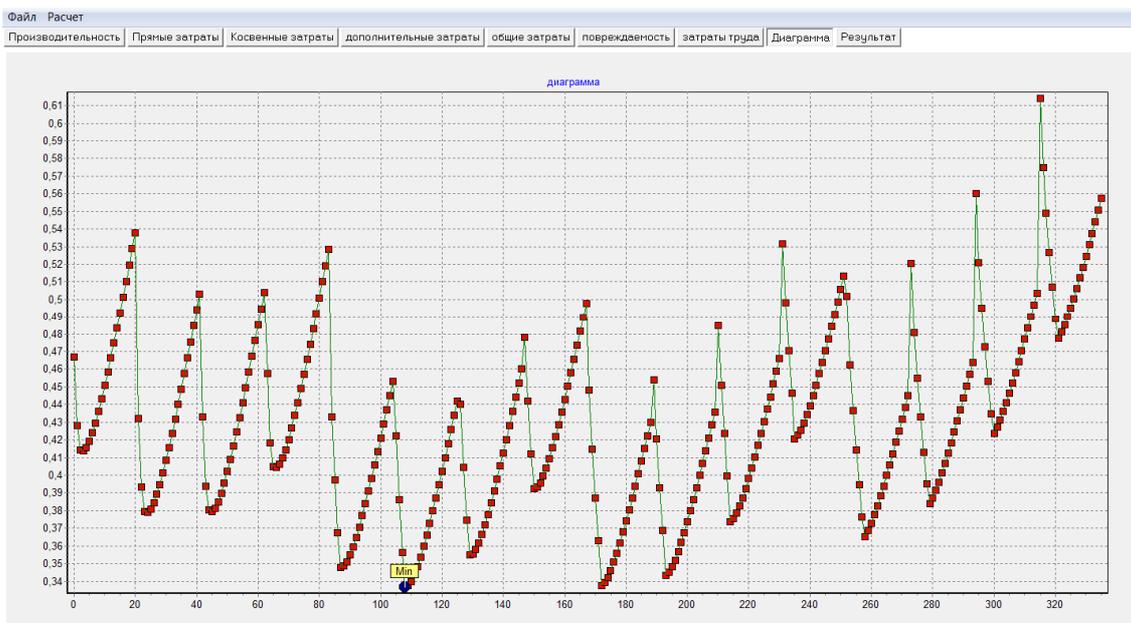


Рисунок 2. Графическая иллюстрация результатов вычислительного эксперимента по оптимизации технологических параметров выполнения первичной транспортировки древесины

Реализация результатов научных разработок в условиях ООО «Бутурлиновский лес» позволила определить наиболее предпочтительную технологию первичной транспортировки древесины (МТЗ-82 + ЗТЛ-2, хлыстами, без визиров) со следующими технико-технологическими параметрами: $b_n=62,5$ м; $l_{m.o}=13$ м; $\alpha=30^\circ$. Общие затраты на реализацию данной технологии составляют 70788,6 руб., годового экономического эффекта – 303490,7 руб., условно-годовая экономия от снижения эксплуатационных затрат – 306790,7 руб., а срок окупаемости дополнительных инвестиций – 0,57 лет.

Пристатейный список литературы

1. Абрамов В.В. Разработка и обоснование эффективной технологии трелевки в малолесных районах: Автореф. дис. канд. техн. наук. – Воронеж, 2009. – 16 с.
2. Абрамов В. В. Имитационное моделирование работы трелевочных средств на выборочных рубках: деп. рукопись / Воронеж. гос. лесотехн. акад. – Воронеж, 2008. – 96 с.
3. Абрамов В. В. Трелевка леса в малолесных районах России: деп. рукопись / Воронеж. гос. лесотехн. акад. – Воронеж, 2005. – 63 с.
4. Пошарников Ф.В., Абрамов В.В. Выполнение трелевки в условиях постоянного и непрерывного лесопользования // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2008. – №6. – С. 108-111.

5. Пошарников Ф.В., Абрамов В.В., Бондаренко А.В. Обоснование оптимальных параметров работы трелевочных средств на несплошных рубках // Лесотехнический журнал. – 2011. – № 1. – С. 76-80.

6. Пошарников Ф.В., Абрамов В.В., Бондаренко А.В. Моделирование природных условий горной местности при исследовании первичного транспорта леса // Лесотехнический журнал. – 2011. – № 2. – С. 25-29.

Рецензенты:

Никулин С.С., д.т.н., профессор, профессор кафедры инженерной экологии и техногенной безопасности ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», г. Воронеж.

Казаров К.Р., д.т.н., профессор, профессор кафедры сельскохозяйственных машин ФГОУ ВПО «Воронежский ГАУ», г. Воронеж.