

2. В такте сжатия оболочка сосковой резины не изменяет цилиндрической формы в зоне нахождения соска вымени коровы.

3. При частоте пульсаций в диапазоне от 60 до 120 и натяжения сосковой резины в диапазоне от 0 до 90 Н длительность потери деформации оболочки сосковой резины непродолжительная и составляет всего 0,05–0,06 с.

Литература

1. Рекомендации по повышению эффективности машинного доения коров / А.Н. Козлов, Э.П. Кокорина, А.А. Патрушев [и др.]. – Челябинск: Изд-во ЧГАУ, 2003. – 110 с.
2. Использование факторного анализа при разработке доильной техники / Л.П. Карташов, П.И. Огородников, З.В. Макаровская [и др.] // Техника в сельском хозяйстве. – 2000. – № 2. – С. 9–11.
3. Бабкин В.П., Савран В.П., Круговой В.Я. Исследование физико-механических свойств сосковой резины и пути повышения ее качества: тез. докл. VI Всесоюз. симп. по машинному доению с.-х. животных (Таллин, 13–16 сент. 1983 г.). – М., 1983. – Ч. 2. – С. 84–86.
4. Установки доильные. Конструкция и техническая характеристика. Международный стандарт ISO 5707. – М., 1987. – 25 с.
5. Борознин В.А., Борознин А.В. Определение оперативного ресурса сосковой резины. – М., 2007. – С.15–16.



УДК 630.323

С.М. Базаров, А.Н. Соловьев

ОЦЕНКА ДИНАМИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕСНЫХ МАШИН

В статье рассматривается совершенствование технологии лесозаготовок в рыночных условиях развития лесной отрасли на основе системно-синергетического принципа оптимизации процесса, которое, по мнению авторов, должно быть дополнено построением кратчайшей траектории перемещения лесоматериалов. Если в первом случае связующим динамическим критерием является время производства единицы объема лесопроизводства, то во втором становится технологическая скорость производства.

Ключевые слова: лесная отрасль, технология, скорость, время, производительность.

S.M. Bazarov, A.N. Soloviev

THE DYNAMIC CRITERION ASSESSMENT OF THE FOREST MACHINE EFFICIENCY

The improvement of the logging technology in the market conditions of the forest industry development on the basis of the process optimization system-synergetic principle that according to the authors' opinion should be complemented by the construction of the timber shortest path is considered in the article. If for the first phenomenon the production time of the timber volume unit is the binding dynamic criterion then the production speed becomes the binding dynamic criterion for the second phenomenon.

Key words: forestry branch, technology, speed, time, efficiency.

Введение. В рыночных условиях развития лесной отрасли совершенствование лесозаготовительного производства возможно только на основе системно-синергетических принципов оптимизации технологических процессов по динамическим критериям эффективности: времени производства единицы объема и технологической скорости производства лесопроизводства, позволяющих определять удельные значения производительности и её энергоёмкости, а также технологической скорости и её энергоёмкости. Технологический процесс лесозаготовительного производства состоит из основных выполняемых операций: валке деревьев,

трелевке, обрезке сучьев, раскряжевки, погрузки лесоматериалов на лесовозный транспорт. Рынок лесного машиностроения представлен достаточно большим списком механизмов, машин и оборудования, выполняющих данные операции. Одним из основных критериев эффективности лесных машин является их часовая производительность, на основании которой определяется время производства единицы объема лесопроизводства, которое является важным динамическим параметром синхронизации работы комплексов в целом. Для совершенствования технологии синхронизация последовательно выполняемых операций должна сочетаться с принципом быстроедействия, на основе которого необходимо построить оптимальную траекторию производства с наименьшим временем перемещения лесопроизводства на лесосеке. Для построения этих путей необходима информация о технологической скорости производства лесных машин, последовательно выполняющих лесозаготовительные операции.

Методика и результаты исследований. Динамические критерии эффективности лесных машин – время производства единицы объема лесопроизводства и технологическая скорость производства – представлены на основе анализа расчета производительности.

Технологическая скорость валочно-пакетирующих машин. Часовая производительность валочно-пакетирующей машины определяется по формуле [1]:

$$П = V_n / [10^4 V_v / Qbv + (t_1 + V_x / (\varphi \Pi_{пл} f(L-1,3) + t_2 + t_3) V_n / V_x + t_4] , \quad (1)$$

где V_n – средний объем формируемой пачки, m^3 ; Q – ликвидный запас древесины на 1 га, m^3 ; b – ширина полосы леса, разрабатываемая машиной за один проход, m ; v – средняя скорость движения машины при переходе с одной позиции на другую, m/c ; t_1 – время на подготовку к спливному дереву, c ; $\Pi_{пл}$ – производительность чистого пиления срезающего устройства, m^3/c ; φ – коэффициент использования производительности чистого пиления; f – видовое число ствола дерева; L – высота дерева; t_2 – время сталкивания спленного дерева, c ; t_3 – время на укладку дерева в пакет, c ; t_4 – время сброса пачки и выравнивание комлей.

Средний объем пачки равен

$$V_n = V_x n,$$

где n – число хлыстов в пачке; V_x – средний объем хлыста.

Формулу (1) можно представить в виде [2]:

$$П = V_x / t_x \quad (2)$$

или

$$t_x = V_x / П , \quad (3)$$

где время производства среднего объема определяется выражением

$$t_x = [10^4 V_v / Qbv + (t_1 + V_x / (\varphi \Pi_{пл} f(L-1,3) + t_2 + t_3) V_n / V_x + t_4] / n. \quad (4)$$

Перепишем (2) в виде

$$П = V_x / t_x = S_x L_x / t_x , \quad (5)$$

где S_x – осредненная по объему площадь поперечного сечения хлыста.

На основании (5) производительность машины можно записать в виде

$$П = S_x v_T , \quad (6)$$

где технологическая скорость производства лесопроизводства равна

$$v_T = L_x / t_x . \quad (7)$$

Для удельной производительности можно записать выражение:

$$p = S_x v_T / N, \quad (8)$$

где N – эффективная мощность машины.

На основании (8) введем удельную технологическую скорость производства

$$p_T = p / S_x = v_T / N. \quad (8a)$$

Соответствующая формула для удельной энергоемкости технологической скорости производства примет вид

$$g_T = N / v_T. \quad (9)$$

На рисунке 1 для ВПМ ЛП-19А соответственно показана зависимость времени производства единицы объема древесины (жирная линия) [2] и технологической скорости производства от объема хлыста.

Корреляционное уравнение связи технологической скорости производства от объема хлыста имеет линейный характер

$$v_T = 1,0 + 1,25 V_x \quad (10)$$

и ограничено снизу объемом хлыста $V_x \geq 0,1 \text{ м}^3$.

На рисунке 2 показана зависимость времени производства 1 м^3 древесины (жирная линия) на 1 кВт [2] и удельной технологической скорости для валочно-пакетирующей машины ЛП-19А от объема хлыста.

Технологическая скорость трелевочных тракторов. Часовая производительность трелевочных машин определяется по формуле [2, 3]:

$$П = V_x n / (S/v_0 + S/v_g + t_{np} + t_0), \quad (10a)$$

где $V_x n = V_n$ – средний объем трелеваемой пачки, м^3 ; S – среднее расстояние трелевки, м ; V_0 – средняя скорость движения без груза; V_g – средняя скорость движения с грузом; t_{np} – время на формирование пачки; t_0 – время на освобождение от пачки; n – число деревьев в пачке.

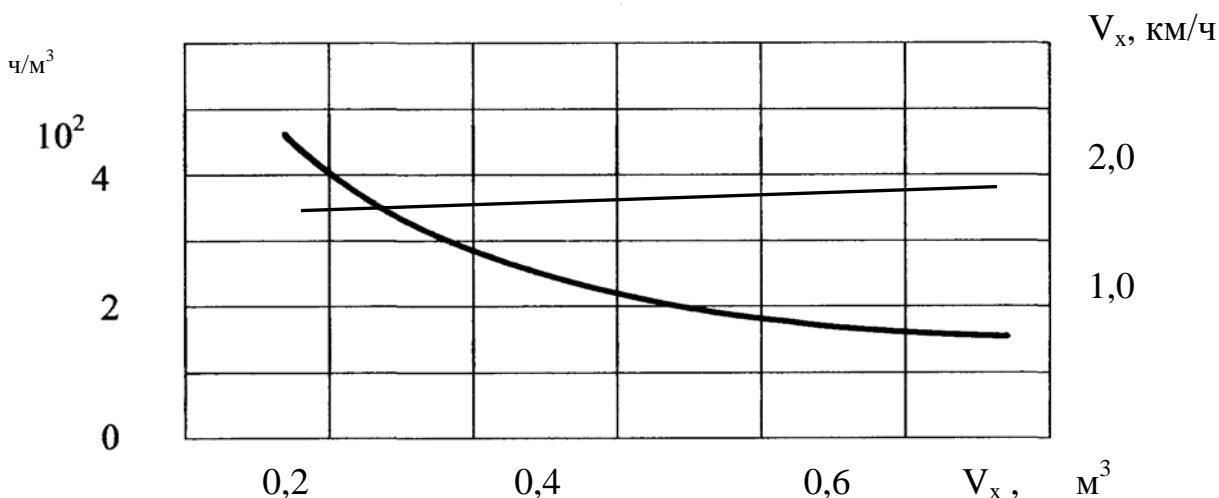


Рис. 1. Зависимость времени производства 1 м^3 древесины (жирная линия) и технологической скорости валочно-пакетирующей машины ЛП-19А от объема хлыста

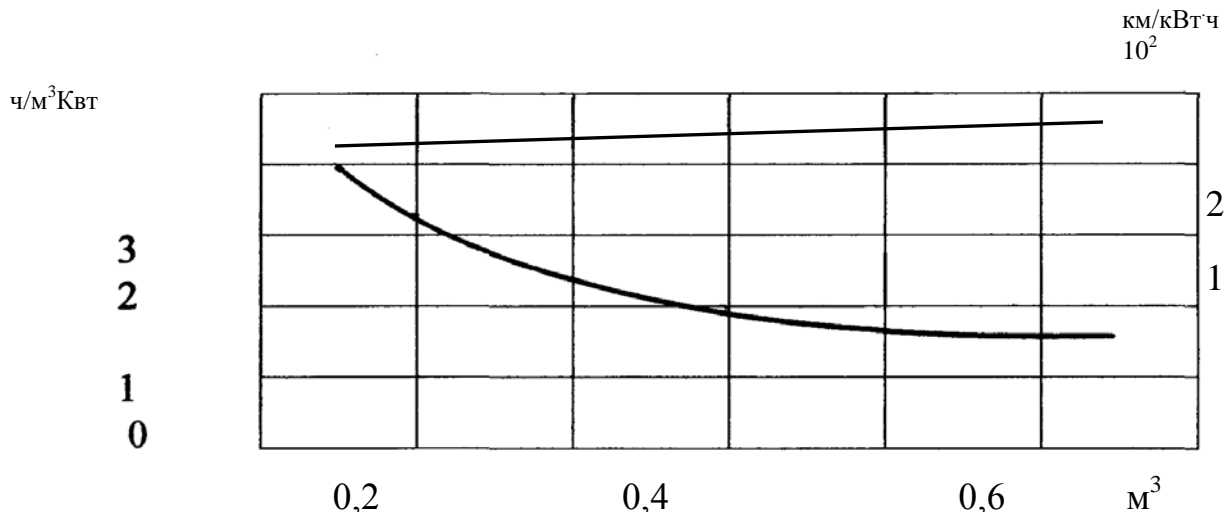


Рис. 2. Зависимость времени производства 1 м³ древесины (жирная линия) на 1 кВт валочно-пакетирующей машины ЛП-19 и удельной технологической скорости от объема хлыста

Для расчета удельной производительности и удельной энергоемкости трелевочных тракторов принимают выражения:

$$n = V_n / (S/v_x + S/v_v + t_{np} + t_0) N \cdot \quad (11)$$

$$g = (S/v_x + S/v_v + t_{np} + t_0) N \cdot / V_n \cdot \quad (12)$$

Время производства 1 м³ древесины валочно-трелевочной машины равно

$$t_x = t_x / V_x \cdot ,$$

где

$$t_x = n^{-1} (S/v_0 + S/v_g + t_{np} + t_0) \cdot \quad (13)$$

Технологической скорости производства соответствует формула

$$v_T = \Pi / S_x n = L / (S/v_0 + S/v_g + t_{np} + t_0) \cdot , \quad (14)$$

и формулы для расчета удельной технологической скорости производства и удельной энергоемкости технологической скорости соответственно примут вид:

$$n_T = v_T / N \cdot = L / (S/v_0 + S/v_g + t_{np} + t_0) N \cdot \cdot \quad (15)$$

$$g_T = (S/v_0 + S/v_g + t_{np} + t_0) N \cdot / L \cdot \quad (16)$$

На рисунке 3 показана зависимость времени производства 1 м³ древесины (жирная линия) трелевочной машины ТБ-1М [2] и технологической скорости при расстоянии трелевки 150 м от объема хлыста. Корреляционная линейная связь между технологической скоростью производства и объемом хлыста имеет вид ($V_x \geq 0,1$):

$$v_T = 0,32 + 0,40 V_x \cdot \quad (17)$$

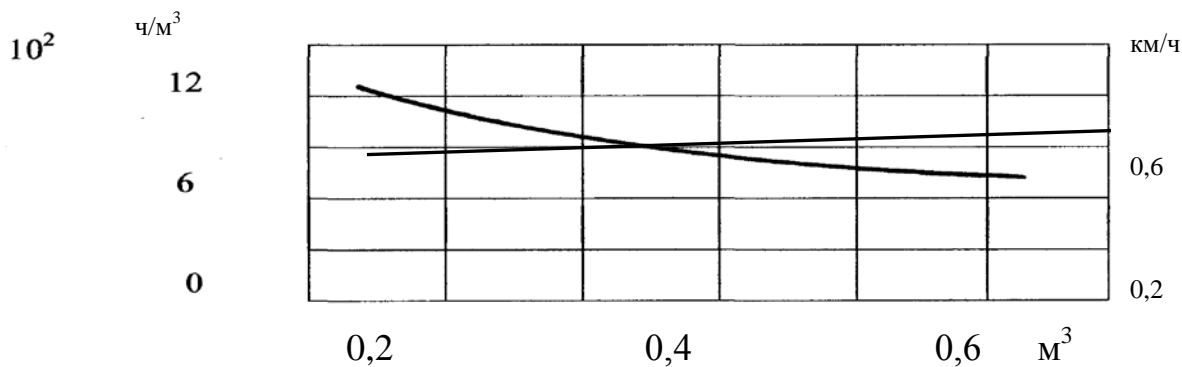


Рис. 3. Зависимость времени производства 1 м³ древесины (жирная линия) трелевочным трактором ТБ-1М и технологической скорости производства на расстоянии 150 м от объема хлыста

На рисунке 4 показана зависимость времени производства 1 м³ древесины (жирная линия) трелевочной машины ТБ-1М на 1 кВт и удельной технологической скорости при расстоянии трелевки 150 м от объема хлыста.

Технологическая скорость валочно-трелевочных тракторов. Формула для расчета производительности валочно-трелевочных машин имеет вид [1,2]:

$$П = V_x n [10^4 V_x n / Q b v_1 + ((t_1 + V_x (f \varphi p (L-1,3)^{-1} + t_2 + t_3)) n + S / v_2 + S / v_3 + t_4)^{-1} ,$$

или

$$П = V_x / t_x , \tag{18}$$

где $t_x = n^{-1} [10^4 V_x n / Q b v_1 + ((t_1 + V_x (f \varphi p (L-1,3)^{-1} + t_2 + t_3)) n + S / v_2 + S / v_3 + t_4)^{-1} ;$ (19)

n – среднее число деревьев в пачке; Q – эксплуатационный запас древесины на 1 га; b – ширина полосы леса, разрабатываемой машиной за один проход; v_1 – средняя скорость движения машины при переездах с одной позиции на другую; t_1 – время на подготовку дерева к спиливанию; f – видовое число ствола; $\varphi = 0,7–0,8$; p – производительность чистого пиления срезающего механизма; L – средняя высота деревьев в насаждениях; t_2 – время на повал спиленного дерева; t_3 – время на укладку спиленного дерева; S – среднее расстояние трелевки; v_2 – средняя скорость движения машины с грузом; v_3 – средняя скорость движения машины без груза; t_4 – время сброса пачки на погрузочном пункте.

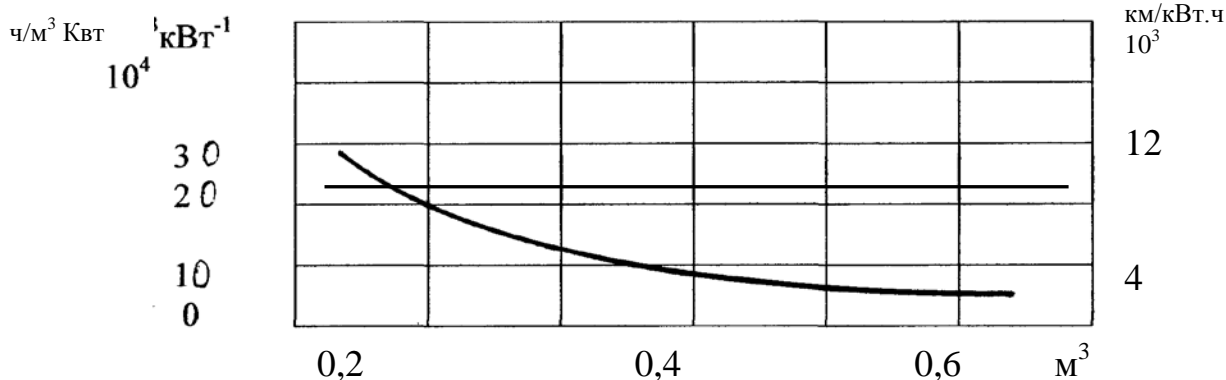


Рис. 4. Зависимость времени производства 1 м³ древесины на 1 кВт (жирная линия) и удельной технологической скорости трелевочным трактором ТБ-1М на расстоянии 150 м от объема хлыста

Согласно (18), время производства и транспортировки 1 м³ древесины валочно-трелевочной машины равно

$$t_x = V_x / \Pi. \quad (20)$$

Технологическая скорость производства, удельные технологическая скорость и энергоемкость технологической скорости соответственно равны:

$$v_T = Ln / [10^4 V_x n / Qbv_1 + ((t_1 + V_x (f\phi p(L-1,3)^{-1} + t_2 + t_3))n + S/v_2 + S/v_3 + t_4), \quad (21)$$

$$n_T = Ln / [10^4 V_x n / Qbv_1 + ((t_1 + V_x (f\phi p(L-1,3)^{-1} + t_2 + t_3))n + S/v_2 + S/v_3 + t_4) N, \quad (22)$$

$$g_T = (Ln)^{-1} [10^4 V_x n / Qbv_1 + ((t_1 + V_x (f\phi p(L-1,3)^{-1} + t_2 + t_3))n + S/v_2 + S/v_3 + t_4) N. \quad (23)$$

На рисунке 5 показана зависимость времени производства и транспортировки 1 м³ (жирная линия) валочно-трелевочной машины ЛП-17 и технологической скорости при расстоянии трелевки 150 м от объема хлыста.

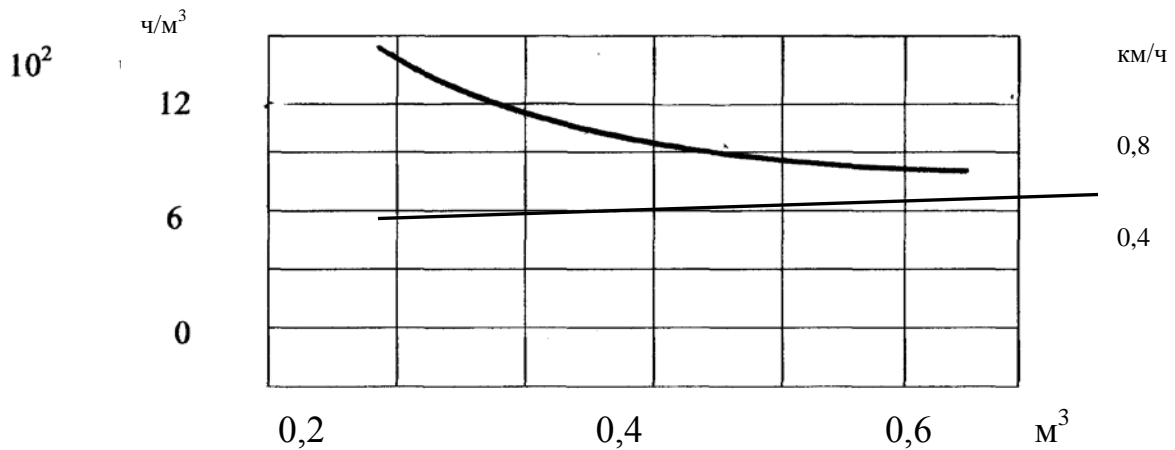


Рис. 5. Зависимость времени производства и транспортировки 1 м³ древесины (жирная линия) валочно-трелевочной машиной ЛП-17 и технологической скорости на расстоянии 150 м от объема хлыста

На рисунке 6 показана зависимость времени производства и транспортировки 1 м³ древесины на 1 кВт (жирная линия) и удельной технологической скорости валочно-трелевочной машины ЛП-17 на расстоянии 150 м от объема хлыста.

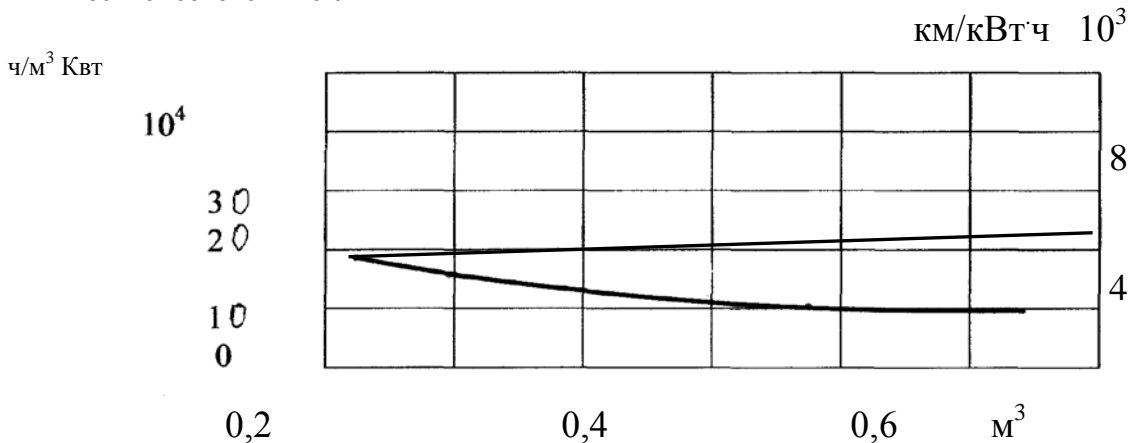


Рис. 6. Зависимость времени производства и транспортировки 1 м³ древесины на 1 кВт (жирная линия) и удельной технологической скорости валочно-трелевочной машины ЛП-17 на расстоянии 150 м от объема хлыста

Корреляционная зависимость технологической скорости от объема хлыста имеет вид ($V_x \geq 0,1$)

$$v_T = 0,40 + 0,10 V_x . \quad (24)$$

Технологическая скорость харвестеров. Производительность многооперационных машин находится по формуле [2,3]:

$$П = V_x f_1 f_2 / (t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_4) , \quad (25)$$

где V_x – объем хлыста; t_1 – время наведения ЗСУ на дерево; t_2 – время захвата дерева; t_3 – время срезания; t_4 – время подтаскивания дерева к машине; t_5 – время раскряжевки; t_6 – время смены рабочей стоянки; t_7 – время протаскивания через ножевую головку; f_1 – коэффициент использования рабочего времени; f_2 – коэффициент использования грузоподъемности.

Время на производства 1 м³ древесины харвестером согласно (25)

$$t^* = (V_x f_1 f_2)^{-1} (t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_4) . \quad (26)$$

Технологическая скорость равна:

$$v_T = L / [(f_1 f_2)^{-1} (t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_4)] . \quad (27)$$

Удельная технологическая скорость и удельная энергоёмкость технологической скорости соответственно равны:

$$п_T = L / [(f_1 f_2)^{-1} (t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_4) N^*] , \quad (28)$$

$$g_T = [(f_1 f_2)^{-1} (t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_4) N^*] / L . \quad (29)$$

На рисунке 7 показана зависимость времени производства 1 м³ сортиментов длиной 4 м (жирная линия) и технологической скорости от объема хлыста харвестером Вальмет-862.

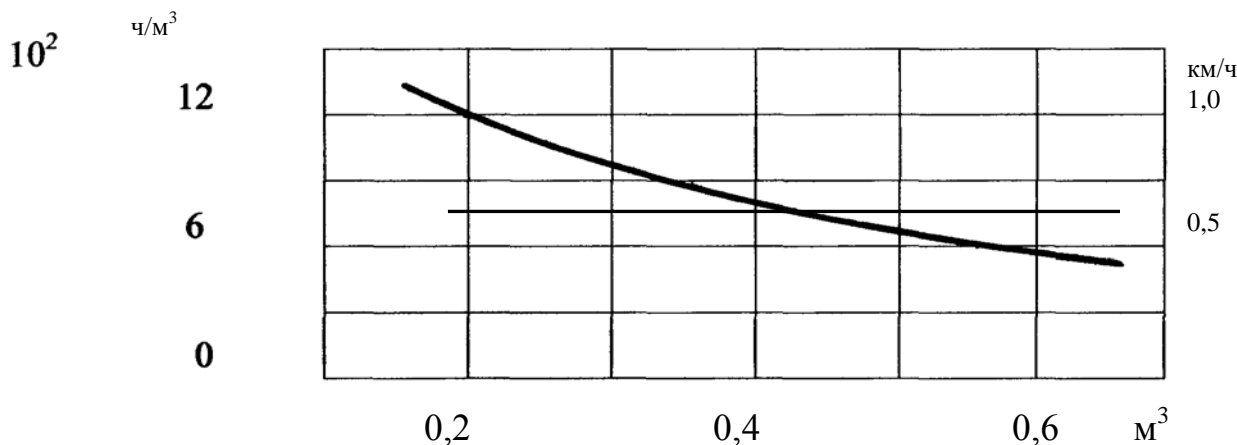


Рис. 7. Зависимость времени производства 1 м³ сортимента длиной 4 м (жирная линия) и технологической скорости от объема хлыста харвестером Вальмет-862

Согласно выполненным исследованиям, для рассматриваемых условий технологическая скорость производства круглого леса длиной 4 м не зависит от объема и составляет 0,58 км/ч ($V_x \geq 0,2$ м³).

Заключение. Время производства единицы объема древесины и технологическая скорость производства лесоматериалов лесными машинами являются важными динамическими критериями эффективной оценки их производительности, представляемая информация о которых необходима для решения задач совершенствования технологий лесозаготовок на основе системно-синергетического принципа синхронизированной связанности комплексов и построения для них оптимальной производственной траектории с наименьшим временем перемещения лесопродукции на лесосеке.

Литература

1. *Матвейко А.П.* Технология и оборудование лесозаготовительного производства. – Минск: Техноперспектива, 2006. – 418 с.
2. *Базаров С.М., Беленький Ю.И., Кожемякин А.В.* Системный анализ работы комплексов механизмов и машин заготовки круглого леса на лесосеке. – СПб.: СПбЛТА, 2010. – 88 с.
3. *Шегельман И.Р., Скрыпник В.И., Галактионов О.Н.* Техническое оснащение современных лесозаготовок. – СПб.: ПРОФИ-ИНФОРМ, 2005. – 338 с.

