

Параметры распределения

Район	ξ	χ^2	Уровень значимости
Северная зона Красноярского края	2,35	1,86	0,98
Южная зона Красноярского края	2,65	2,98	0,90
Территория БАМа	2,99	1,21	0,99
Республика Саха	1,86	4,87	0,80
Республика Бурятия	2,29	1,12	0,99
Иркутская область	2,05	7,61	0,70

Уровень значимости определен из таблицы значений квантилей χ^2 [5].

Из анализа таблицы следует, что частота встречаемости фракций, достоверно описывается законом распределения Пуассона. Вместе с тем наблюдается образование двух кластеров, разделенных по параметру распределения и уровню значимости гипотезы.

Литература

1. Растегаев И.К. Разработка мерзлых грунтов в северном строительстве. Новосибирск: Наука; Сиб. изд. фирма, 1992. 351 с.

2. Васильев С.И., Ереско С.П., Жубрин В.Г., Осипенко Б.В. Разработка сезонномерзлых грунтов Восточной Сибири траншейными экскаваторами: моногр. Красноярск: ИПК СФУ, 2010. 140 с.

3. Недорезов И.А. Прогнозирование трудности разработки грунтов землеройными машинами // Строительные и дорожные машины. 2008. № 4. С. 43–44.

4. Васильев С.И. Повышение эффективности разработки сезонно-мерзлых грунтов // Вестн. ТГАСУ. 2010. № 1. С. 194–200.

5. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. М.: Наука, 1984. 832 с.

Reference

1. Rastegaev I.K. Digging of the seasonally frozen soils in Northern regions construction. Novosibirsk: Nauka; Sib. izd. firma, 1992. 351 s.

2. Vasil'yev, S.I., Eresko S.P., Zhubrin V.G., Osipenko B.V. Digging of seasonally frozen soils of Eastern Siberia by trenchers: monogr. Krasnoyarsk: IPK SFU, 2010. 140 s.

3. Nedorezov I.A. Difficulty prediction of excavation works execution by diggers // Stroitel'nye i dorozhnye mashiny. 2008. № 4. S. 43-44.

4. Vasil'yev S. I. The increase in the seasonally frozen soils digging productivity // Vestn. TGASU. 2010. № 1. S. 194-200.

5. Korn G., Korn T. The mathematical handbook for scientists and engineers. M.: Nauka, 1984. 832.

УДК 630*323

Системный подход к анализу работы комплексов механизмов и машин лесозаготовительного производства

С.М. Базаров^{1,а}, В.И. Патыкин^{1,б}, А.Н. Соловьев^{1,с}, В.А. Иванов^{2,д}, М.В. Степанищева^{2,е}

¹ Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. Кирова. Институтский пер. 5, Санкт-Петербург, Россия

² Братский государственный университет, Макаренко 40, Братск, Россия

^аs.bazarow@yandex.ru, ^бs.bazarow@yandex.ru, ^сSpb.soloviev@mail.ru, ^дivanovva55@mail.ru, ^еdara1977@inbox.ru

Статья поступила 28.10.2012, принята 10.02.2013

Эффективность лесозаготовительного производства определяется необходимостью формирования энергосберегающих технологий на базе существующего парка механизмов и машин. Наиболее информативными показателями эффективности технологического процесса являются его производительность и мощность, определяемые с позиции теории систем. В статье приведены формулы для расчета эффективной производительности и мощности систем механизмов и машин, последовательно выполняющих технологические операции производства лесоматериалов на лесосеке. Построенная математическая модель позволяет оценить степень синхронизации-десинхронизации комплексов механизмов и машин, определяющей качество их эксплуатации. С позиции системного анализа работа комплексов механизмов, машин и оборудования лесозаготовительного производства должна рассматриваться как единый технологический процесс, взаимосвязанных обобщим временем производства дискретных операций.

Ключевые слова: дискретность, синергетика, время, производительность, мощность.

Systems approach to the operational analysis of logging mechanisms and machinery

S.M. Bazarov^{1, a}, V.I. Patyakin^{1, b}, A.N. Solov'yev^{1, c}, V.A. Ivanov^{2, d}, M.V. Stepanishcheva^{2, e}

¹ St. Petersburg State Forestry Engineering University, 5, Institutsky lane, St. Petersburg, Russia

² Bratsk State University, 40, Makarenko str., Bratsk, Russia

^as.bazarow@yandex.ru, ^bs.bazarow@yandex.ru, ^cSpb.soloviev@mail.ru, ^divanovva55@mail.ru, ^edara1977@inbox.ru

Received 28.10.2012, accepted 10.02.2013

The efficiency of logging production is caused by the need to develop energy saving technologies on the basis of the existing park of mechanisms and machines. The most informative indicators of the technological process efficiency are its productivity and capacity determined by the system theory approach. The article proposes the formulas to calculate effective productivity and power of mechanisms and machines systems which are consistently carrying out technological operations to produce timber on a cutting area. The constructed mathematical model allows estimating the synchronization-desynchronization degree of mechanisms and machines determining their operational aspects. From the system analysis viewpoint, the performance of mechanisms, machines and logging equipment has to be considered as integrated operating procedures interconnected by the overall lead time of discrete operations performing.

Key words: discreteness, synergetics, time, productivity, capacity.

Комплексы машин и механизмов, выполняющих последовательные операции производства лесоматериалов на лесосеке можно рассматривать как многоступенчатые дискретные системы со сложным статистически детерминированным характером работы. Целевой функцией этих систем является максимизация производительности при минимизации потерь мощности. С позиции теории систем оптимальное развитие комплексов происходит, если они работают в условиях синергетичности, означающих самоорганизацию в динамическом процессе. Принцип синергетичности включает в себя гармонию, как функционально симметричную целостность всех частей системы.

Основными информационными показателями эффективности работы комплексов являются значения их удельной производительности и удельной энергоёмкости, которые определяются на основании знания эффективной производительности и мощности технологического процесса как целостной системы.

Рынок лесного машиностроения представлен разнообразным множеством механизмов и машин, выполняющих последовательные технологические операции валки деревьев, трелевке, обрезке сучьев, раскряжевке и др.; их производительность можно представить обобщенной формулой [1]

$$\Pi = V_x / t, \quad (1)$$

здесь V_x – средний объем хлыста, t – время цикла операции переработки.

Средний объем хлыста можно рассматривать как квант (единица) лесопродукции, который проходит через последовательно выполняемые технологические операции, отличающиеся друг от друга в общем случае временем цикла его производства.

С рассматриваемых позиций производительность дискретного цикла последовательно выполняемых операций будет определяться формулой

$$\Pi = V_x / \sum (t_i + t_{i,i+1}), \quad i = 1, 2, 3, \dots, n, \quad (2)$$

здесь t_i – время i -того цикла, $t_{i,i+1}$ – время перехода от i -того цикла к $(i+1)$ -тому циклу, n – число операций в

дискретном цикле. Совокупность последних времен можно рассматривать как образующих подциклов задержки всего технологического дискретного цикла, уменьшающего производительность и в известной мере характеризующего его качество.

Если в формуле (2) суммарное время цикла $\sum (t_i + t_{i,i+1})$ означает время производства единицы лесопродукции объемом V_x в дискретном цикле, то формула

$$1 / \Pi = \sum (t_i + t_{i,i+1}) / V_x = \sum (1 / \Pi_i) = \sum \tau_i, \quad (3)$$

определяет общее время производства одного м³ древесины всем дискретным технологическим процессом; здесь время одной дискретной ступени цикла в системе

$$\tau_i = 1 / \Pi_i$$

где производительность ступени цикла Π_i определяется с учетом времени его задержки перехода к последующему циклу.

Согласно формулы (3) эффективная производительность дискретного цикла определяется по формуле

$$\Pi = 1 / \sum (1 / \Pi_i),$$

которая совпадает с формулой (2).

На рис. 1 для ВПМ ЛП-19А соответственно показана зависимость времени производства 1 м³ от объема хлыста (жирная линия) и времени цикла производства хлыста от его объема (тонкая линия).

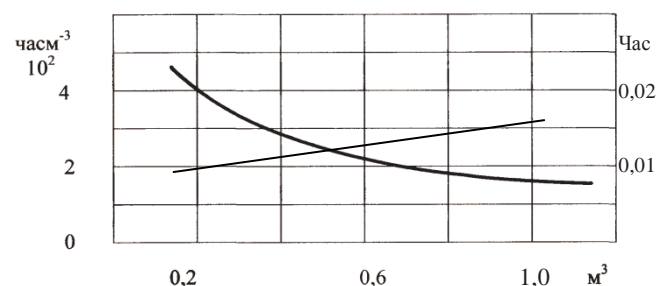


Рис.1. Зависимости времени производства 1 м³ древесины валочно-пакетирующей машины ЛП-19А от объема хлыста (жирная линия, час·м³) и времени цикла производства хлыста от его объема (тонкая линия, час)

На рис. 2 показана зависимость времени производства 1 м³ древесины от объема хлыста (жирная линия) и времени цикла производства хлыста от его объема (тонкая линия) для харвестера.

Рис.3 показывает зависимость времени цикла производства хлыста от его объема для сучкорезной машины ЛП-33А.

При непрерывном технологическом процессе время производства единицы лесопродукции следует определять как среднее время в дискретном цикле

$$\tau_n = n^{-1} \sum (1 / \Pi_i) = n^{-1} \sum \tau, \quad (3,a)$$

тогда производительность при непрерывном технологическом процессе следует определять по формуле

$$\Pi_n = n / \sum (1 / \Pi_i). \quad (3,6)$$

Эффективную мощность системы производства лесоматериалов можно рассмотреть с двух асимметричных позиций:

- суммарная энергия, расходуемая за общее время работы,
- величина, обратная суммарному времени затраты на производство единицы энергии.

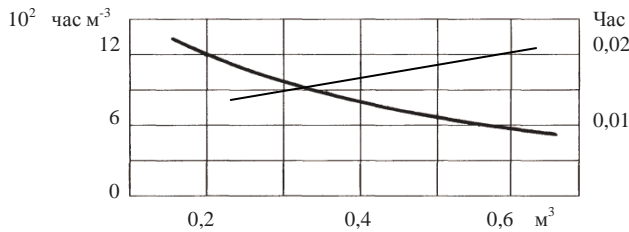


Рис.2. Зависимость времени производства 1 м³ древесины от объема хлыста (жирная линия, час/м³) и времени цикла производства хлыста от его объема (тонкая линия, час) для харвестера

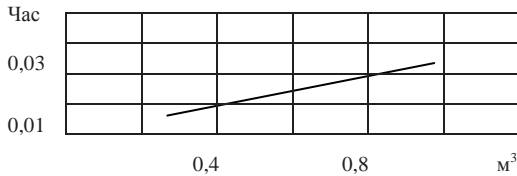


Рис. 3. Зависимость времени цикла производства хлыста от его объема для сучкорезной машины ЛП-33А

Первая определяется формулой

$$N = \sum N_i / n, i = 1, 2, 3, \dots, n, \quad (4)$$

а для второй имеет место представление

$$N = n / \sum (1/N_i), \quad (5)$$

Видно, что первая формула определяет эффективную мощность комплекса как среднее значение мощности, а вторая по среднему времени затраты единицы мощности.

Согласно (5) при n = 2 эффективная мощность равна

$$N = 2 N_1 N_2 / (N_1 + N_2), \quad (6)$$

при n = 3 эффективная мощность равна

$$N = 3 N_1 N_2 N_3 / (N_1 N_2 + N_2 N_3 + N_1 N_3), \quad (7)$$

и т.д.

Для системы заготовки хлыстов: валочно-пакетирующая машина ЛП-19А и сучкорезная машина ЛП-33А, - эффективная мощность системы согласно

формулы (4) равна 91,75 кВт, а из формулы (6) следует значение 91,60 кВт.

Эффективная удельная производительность системы согласно формул (2) и (4) равна

$$\pi = \Pi / N = n [V_x / \sum (t_i + t_{i,i+1})] / \sum N_i, \quad (8)$$

а по формулам (2) и (5)

$$\pi = \Pi / N = [V_x / \sum (t_i + t_{i,i+1})] [\sum (1/N_i)] / n. \quad (9)$$

Эффективная удельная энергоёмкость комплексов рассматривается как мультипликативно двойственная удельной производительности: по формуле (8)

$$g = N / \Pi = \sum N_i / [n V_x / \sum (t_i + t_{i,i+1})], \quad (10)$$

и по формуле (9)

$$g = N / \Pi = n / [V_x / \sum (t_i + t_{i,i+1})] [\sum (1/N_i)]. \quad (11)$$

Зависимость производительности хлыстов от объема хлыста системой машин: валочно-пакетирующая машина ЛП-19А (валка)-сучкорезная машина ЛП-33А (обрезка сучьев) показана на рис.3.

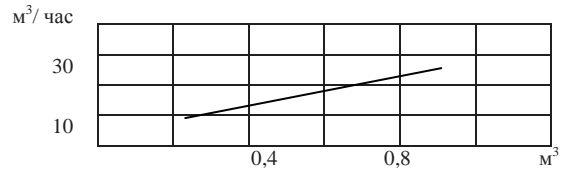


Рис.4. Зависимость производительности производства хлыстов от его объема для комплекса валочно-пакетирующая машина (валка) - сучкорезная машина (обрезка сучьев)

На рис.5 показана зависимость эффективной удельной производительности хлыстов системы валочно-пакетирующая машина-сучкорезная машина от объема хлыста.

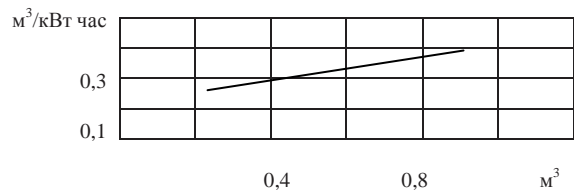


Рис.5. Зависимость удельной производительности производства хлыстов от объема хлыста для системы валочно-пакетирующая машина - сучкорезная машина

Заключение. Полученные формулы для расчета эффективной производительности и мощности комплексов механизмов и машин с позиции теории синергетических систем позволяют решать задачу формирования энергосберегающих комплексов при высокой удельной производительности и минимальной удельной энергоёмкости.

Литература

1. Базаров С.М., Беленький Ю.И., Кожемякин А.В. Системный анализ работы комплексов механизмов и машин заготовки круглого леса на лесосеке: моногр. СПб.: СПбГЛТА, 2010. 86 с.

Reference

1. Bazarov S.M., Belenky Y.I. Kozhemyakin A.V. The system analysis of work of complexes of mechanisms and cars of preparation of the round wood on a cutting area. SPb. : СПбГЛТА, 2010. 86 s.