

**ОЦЕНКА ПРИМЕНЯЕМОСТИ СИСТЕМ МАШИН НА РУБКАХ ЛЕСА**

The estimation methodology of machine systems' application on the basis of nature conditions for any examined object is worked out. Their estimation concerning the republic's regions is given.

В условиях возрастающего лесосырьевого потенциала, значительного износа основных фондов в лесном комплексе, создания и развития отечественного лесного машиностроения, внедрения белорусской лесозаготовительной техники при широком проникновении на рынок страны зарубежной, актуальной является проблема формирования из нее систем машин, обеспечивающих заготовку древесины по прогрессивным технологиям с минимальными издержками и удовлетворяющих требованиям лесной сертификации.

Ввиду многообразия природно-производственных условий и значительного разброса технических характеристик лесозаготовительных машин в практике часто встают вопросы: «Какую часть лесосечного фонда может освоить та или иная система машин?», «Сколько машин определенного типа необходимо произвести (закупить) для выполнения запланированных объемов рубок в республике (области)?», «В какой области лесозаготовительные условия наиболее благоприятные для имеющейся техники?» К сожалению, ответы на такого рода вопросы сегодня даются приблизительные и, зачастую, весьма неточные.

В этой связи в статье предлагается методика обоснованной оценки возможности освоения лесосечного фонда конкретного лесопромышленного района любой машиной или системой машин. Она изначально предполагает наличие определенной информации о рассматриваемом лесосечном фонде.

Введем понятие коэффициента применяемости  $K^{ПП}$  машины и условимся, что если машина не имеет ограничений по применению в рамках рассматриваемой градации лесозаготовительных условий, определяемых техническими характеристиками машин, то  $K^{ПП}$  равен 1. Если же ее работа невозможна, например из-за склонов крутизной более  $20^\circ$ , то этот коэффициент будет равным 0. При частично возможных условиях работы машины (системы машин) значение  $K^{ПП}$  будет находиться в пределах  $0 \leq K^{ПП} \leq 1$ . В целом его можно рассматривать как функцию определяющих ее значение факторов, изменяющихся во времени и месте.

Для определения  $K^{ПП}$  представим совокупность природно-производственных условий лесозаготовительных районов республики в виде множества «А». Оно включает в себя подмножества:  $B = \{b_1, b_2, b_3, b_4, b_5\}$  – несущую способность грунта;  $C = \{c_1, c_2, c_3, c_4, c_5\}$  – средний объем хлыста;  $D = \{d_1, d_2, d_3, d_4, d_5\}$  – рельеф местности, т. е.  $A \subseteq B$ ,  $A \subseteq C$ ,  $A \subseteq D$ .

Здесь элементы подмножества:  $b_1 \dots b_5$  – соответственно представляют несущую способность грунтов I, II, III, IV.1, IV.2 типов, кПа;  $c_1 \dots c_5$  – соответственно выражают следующие градации объемов хлыста в  $m^3$ : 0,14...0,17; 0,18...0,21; 0,22...0,29; 0,3...0,45; 0,46 и более;  $d_1 \dots d_5$  – соответственно отражают тип рельефа с уклоном: до  $10^\circ$ ; 11...15°; более  $15^\circ$  [1]. В общем виде коэффициент применяемости – это степень соответствия технических возможностей машины пересечению ( $A = B \cap C \cap D$ ) перечисленных выше подмножеств.

Отметим, что каждое подмножество содержит конечное число элементов, входящих в него, т.е. они являются счетными. Каждый из элементов определенного подмножества имеет свой удельный вес.

Сочетание всех элементов множеств конечно и носит многовариантный характер. Если учесть биекцию, т.е. взаимно однозначное соответствие между элементами подмножеств [2], то при практических расчетах можно исключить сочетания элементов множеств, не имеющих смысла в реальности.

Тогда коэффициент применяемости машины  $K^{ПП}$ , например в разрезе области, может быть определен по формуле

$$K^{ПП} = \frac{\sum_{b=1}^5 K_b^{II} \cdot S_b}{\sum_{b=1}^5 S_b}, \quad (1)$$

где  $K_b^{II}$  – коэффициенты применяемости машины на категории грунта ( $K_I \dots K_{IV.2}$ );  $S_b$  – площадь леса с соответствующей категорией (несущей способностью) грунта в области, %.

$$K_b^{II} = K_b^{CEЗ} \cdot K_c^{II} \cdot K_d^{II}, \quad (2)$$

где  $K_b^{CEЗ}$  – коэффициент, характеризующий возможность эксплуатации машины на  $b$ -й категории грунта (типе леса) в течение года;  $K_c^{II}, K_d^{II}$  – коэффициенты, учитывающие соответственно применяемость по среднему объему хлыста и по типу рельефа.

Значения  $K_b^{CEЗ}$ , применительно к используемым в стране на рубках главного пользования машинам, определены в соответствии с эколого-экономической типизацией природно-производственных условий РБ и приведены в табл. 1.

Таблица 1

Значения коэффициентов  $K_b^{CEЗ}$  за год

Марка машины	Тип почвенно-грунтовых условий				
	I	II	III	IV.1	IV.2
МП-5 «Урал-2»	1	1	1	1	1
«Husqvarna-268»	1	1	1	1	1
«Stihl-036»	1	1	1	1	1
ТТР-401	1	0,65	0,5	0,2	0,1
МЛ-127	1	0,8	0,52	0,2	0,1
МЛПТ-354	1	0,8	0,52	0,2	0,12
МЛ-131	1	0,9	0,6	0,25	0,15
Амкодор-2200	1	0,75	0,52	0,2	0,1
ЛП-17А	1	0,75	0,65	0,3	0,1
ТДТ-55А	1	0,9	0,75	0,45	0,18
ТЬ-1М	1	0,85	0,7	0,35	0,15
ЛП-30Б	1	0,9	0,75	0,5	0,2
ПЛ-1В	1	0,85	0,72	0,45	0,18

Коэффициенты  $K_c^{II}$  и  $K_d^{II}$ , в свою очередь, определяются по формулам

$$K_c^{\Pi} = \sum_{c=1}^5 f_c^{\Pi} \cdot p_c, \quad (3)$$

$$K_d^{\Pi} = \sum_{d=1}^5 f_d^{\Pi} \cdot p_d, \quad (4)$$

где  $f_c^{\Pi}, f_d^{\Pi}$  – коэффициенты, учитывающие возможность применения машины или механизма в рамках элементов подмножеств соответственно среднего объема хлыста и рельефа местности. Их значения равны 0, когда применение машины невозможно из-за конструктивных особенностей, и 1 – когда для машины нет ограничивающих условий;  $p$  – удельный вес (доля площади) соответствующих элементов подмножества.

Коэффициент применяемости системы лесосечных машин  $K_{cm}^{\Pi\Pi}$  определяется минимальным значением из коэффициентов применяемости машин, входящий в систему

$$K_{cm}^{\Pi\Pi} = K_n^{\Pi\Pi} \rightarrow \min, \quad (5)$$

где  $K_n^{\Pi\Pi}$  – коэффициент применяемости  $n$ -й машины, входящей в систему.

На базе техники, представленной в табл. 1, в стране эксплуатируются следующие лесозаготовительные системы машин, обеспечивающие:

а) вывозку хлыстов:

№1 – МП-5 «Урал-2»+«Husqvarna-268»+ТДТ-55А+ПЛ-1В+ МАЗ-5434+1НС;

№2 – МП-5 «Урал-2»+«Stihl - 036»+ТТР-401+ПЛ-1В+МАЗ-5434+1НС;

№3 – 2 «Husqvarna-268»+МЛ-127+ПЛ-1В+МАЗ-5434+1НС;

№4 – 2 «Stihl - 036»+«Амкодор-2200+ПЛ-1В+ МАЗ-5434+1НС;

№5 – ЛП-17А+ЛП-30Б+ПЛ-1В+МАЗ-5434+1НС;

№6 – МП-5 «Урал-2»+ТБ-1М+2 «Husqvarna-268»+ПЛ-1В+МАЗ-5434+1НС;

б) вывозку сортиментов:

№7 – 4 «Husqvarna -268»+МЛ-131+МАЗ-6303-26+1НС;

№8 – 4 «Stihl-036»+МЛПТ-354+МАЗ-6303-26+1НС.

Результаты оценки их применяемости по разработанной методике в разрезе областей Беларуси представлены в табл. 2.

Таблица 2

Коэффициенты применяемости систем машин

Система машин	Области					
	Минская	Брестская	Могилевская	Гомельская	Гродненская	Витебская
1	0,801	0,759	0,819	0,821	0,868	0,682
2	0,630	0,630	0,651	0,674	0,748	0,465
3	0,747	0,707	0,764	0,767	0,837	0,610
4	0,717	0,680	0,743	0,741	0,807	0,577
5	0,731	0,701	0,745	0,761	0,816	0,605
6	0,794	0,743	0,813	0,814	0,841	0,679
7	0,785	0,744	0,805	0,800	0,860	0,643
8	0,736	0,697	0,751	0,754	0,820	0,586

Как видно из табл. 2, ни одна из эксплуатируемых систем лесозаготовительных машин в силу природно-производственных условий и технических возможностей не позволяет полностью освоить лесосырьевую базу. Наиболее благоприятные лесозаготовительные условия для их работы – в Гродненской области, наименее благоприятные – в Витебской. В этой связи в целях более полного освоения лесосечного фонда и создания приемлемых условий для работы техники во всех областях очень важен его сезонный подбор, наличие лесовозных дорог, внедрение технологий, обеспечивающих укрепление трелевочных волоков порубочными остатками. Данные меры позволяют увеличить коэффициент применяемости систем машин до 10%. Главный же путь его роста – совершенствование конструкций лесозаготовительных машин, повышающее их проходимость и устойчивость.

В условиях нашей страны основным ограничивающим фактором применения лесозаготовительных машин является несущая способность грунтов, или почвенно-грунтовые условия. Поэтому системы машин на гусеничной базе, как оказывающие меньшее удельное давление на грунт, в целом имеют несколько большие значения коэффициента применяемости, чем системы на колесной базе. Однако вновь разработанные, специализированные машины (с ломающейся шарнирно-сочлененной рамой) с колесной формулой 6К6 (МЛ-131) или 8К8 не только не уступают гусеничным по возможностям освоения лесфонда, но и являются более совместимыми с лесной средой [3]. Лесозаготовительные системы на их базе следует в первую очередь рекомендовать для проведения несплошных рубок главного пользования и рубок промежуточного пользования, при которых часть древостоя оставляется на доразращивание или для обсеменения.

Для полного освоения заболоченного лесфонда (тип почв *IV.1* и *IV.2*), при разработке которого коэффициент применяемости рассматриваемых машин находится лишь в пределах 0,088...0,168, в условиях мягкой зимы целесообразно применение мобильных канатных трелевочных установок. Это наиболее актуально для Витебской и Брестской областей.

Разработанная методика с помощью коэффициентов применяемости как отдельных машин, так и их систем позволяет не только определить объемы освоения ими лесосечного фонда в целом (любой его части) применительно к рассматриваемому региону или производственному структурному подразделению, но и оценить степень влияния на них лесозаготовительных факторов. По величине коэффициента применяемости можно судить о перспективности и целесообразности применения (закупки, выпуска) лесозаготовительных машин или систем в конкретных природно-производственных условиях.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Корзун И.И., Федоренчик А.С. Типизация природно-производственных условий лесозаготовительных районов Беларуси // Труды БГТУ. Серия VII. Экономика и управление. Вып. IX. 2001. – С. 148–153.
2. Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Элементы теории функционального анализа. – М.: Изд-во «Наука», 1972. – 496 с.
3. Федоренчик А.С., Корзун И.И. Экономическая эффективность систем лесозаготовительных машин // Лесное и охотничье хозяйство, 2002. – С. 8–10.