

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ МАШИН

*Динамично развивающееся лесопромышленное производство определяет требования к современной науке по созданию высокоэффективных и производительных лесозаготовительных машин. При этом должны выполняться условия эксплуатации и эффективной технологии заготовки лесных ресурсов. Применение предлагаемых методик позволит определять стратегию эффективной организации производства, технологию лесозаготовок и высвободит выработавшие свой ресурс машины, что сэкономит средства, затрачиваемые на ремонт, повысит экономичность технологического процесса. Для каждого условия предлагаемые модели помогут провести оптимизацию параметров и режимов работы лесозаготовительных машин, выбрать менее затратную технологию с целью их дальнейшего внедрения в ЛПК Иркутской области.*

**Ключевые слова:** лесопромышленное производство, моделирование, методика, оптимизация, параметры и режимы работы, лесозаготовительные машины.

Современные условия динамично развивающегося лесопромышленного производства определяют требования к современной науке по созданию высокоэффективных и производительных лесозаготовительных машин, при этом должны выполняться условия эксплуатации и эффективной технологии заготовки лесных ресурсов.

Используя методику [1], применяемую для лесозаготовительного производства:

$$ПМ = P_{см} \cdot N_{см} \cdot D_p \cdot K_{см} \cdot K_{тт} \cdot K_p \cdot K_{ор}, \quad (1)$$

где ПМ – производственная мощность;  $P_{см}$  – сменная производительность техники,  $m^3$ ;  $N_{см}$  – среднесписочное количество техники, шт.;  $D_p$  – режимное число дней в году;  $K_{см}$  – коэффициент сменности работы техники;  $K_{тт}$  – коэффициент технической готовности;  $K_p$  – коэффициент, учитывающий простой техники в резерве;  $K_{ор}$  – коэффициент использования техники на основных работах.

Учитывая, что развитие технического прогресса в лесозаготовительной отрасли требует использования передового опыта, технологии, техники и организации производства, а также создания отечественных разработок, отвечающих передовому мировому уровню, по многим интересующим российских специалистов во-

просам технико-экономического анализа лесозаготовительного производства (производительности, экономической эффективности и т. п.) методик недостаточно, а существующие недостаточно эффективны. Поэтому с учетом реализации всех направлений стратегии развития ЛПК нельзя упускать из поля зрения основные показатели эффективности развития, деятельности и неистощительного лесопользования ЛПК Иркутской области, это параметры и режимы работы лесозаготовительных и лесохозяйственных машин.

Авторами вносятся изменения в существующую методику с учетом решения поставленных задач, направленных на оптимизацию параметров и режимов работы лесозаготовительных машин.

Для оценки возможной производительности лесозаготовительных машин предлагается математическая методика (2), отражающая основные показатели, влияющие на производительность лесозаготовительного оборудования, определяющиеся организацией производства и условиями работ на предприятии:

$$E = P \cdot k_{см} \cdot k_{пр} \cdot N \times \left(1 - \frac{n_n}{N}\right) \cdot \left(1 - \frac{n_p}{N - n_n}\right) \cdot \left(1 - \frac{n_o}{N - n_n - n_p}\right), \quad (2)$$

\* - автор, с которым следует вести переписку.

где  $E$  – показатель технологической эффективности использования лесозаготовительного оборудования и машин,  $m^3$ ;  $P$  – нормативная производительность лесозаготовительных машин и оборудования,  $m^3$ ;  $k_{см}$  – коэффициент сменности,  $k_{пр}$  – коэффициент продолжительности смены,  $N$  – используемое время оцениваемого периода производственного процесса, *день*;  $n_n$  – показатель затрат времени из-за выходных и праздничных дней, *день*;  $n_p$  – показатель затрат времени на техническое обслуживание и ремонты, *день*;  $n_o$  – показатель организации производства, определяется использованием календарного времени, инженерно технической подготовкой и человеческим фактором, неблагоприятными природными воздействиями, *день*.

Коэффициент продолжительности смены, формула (3)

$$k_{пр} = \frac{n_{\partial}}{n}, \quad (3)$$

где  $k_{пр}$  – коэффициент продолжительности смены;  $n_{\partial}$  – фактическая продолжительность смены, *час*;  $n$  – продолжительность смены в соответствии с нормой выработки, *час*.

Используя в качестве модели зависимость (2) как основную составляющую или единицу лесозаготовительной техники для каждого условия использования лесозаготовительных машин, можно судить о положительной динамике использования основного лесозаготовительного оборудования и интенсивности использования машин, повышении эффективности организации производственного процесса и необходимости распространения данного технологического решения на основные фазы технологического процесса лесозаготовок.

Для оценки производств по фазам заготовки на различных предприятиях предлагается использовать зависимость (2) в расчете на единицу состава лесозаготовительного оборудования различных марок машин, но одного назначения или комплекса выполняемых работ, формула (4)

$$E_e = \frac{\sum \left( P \cdot k_{см} \cdot k_{пр} \cdot N \cdot \left( 1 - \frac{n_n}{N} \right) \cdot \left( 1 - \frac{n_p}{N - n_n} \right) \cdot \left( 1 - \frac{n_o}{N - n_n - n_p} \right) \right)}{\eta}, \quad (4)$$

где  $E_e$  – показатель технологической эффективности использования единицы лесозаготовительного оборудования и машин,  $m^3$ ;  $P$  – нормативная производительность лесозаготовительных машин и оборудования,  $m^3$ ;  $N$  – используемое время оцениваемого периода производственного процесса, *день*;  $n_n$  – показатель затрат времени на выходные и праздничные дни, *дни*;  $n_p$  – показатель затрат времени на техническое обслуживание и ремонты, *день*;  $n_o$  – показатель организации производства, определяется использованием календарного времени, инженерно технической подготовкой и человеческим фактором, неблагоприятными природными воздействиями, *день*;  $\eta$  – количество единиц лесозаготовительного оборудования или машин, *шт.*

При оценке и выборе наиболее производительного комплекса на различных фазах заготовки из различных систем машин предлагается определять выработку на списочную машину комплекса формулы (5), (6). Для машин, выполняющих одну операцию лесосечных работ из комплекса лесосечных работ:

валку (ЛП-19А, ЛП-19Б, МЛ-119); трелевку (ТТ-4М, 2ЛП18, ЛТ187); погрузку (ЛП-65, ПЛ-87, ЛТ188)

$$E_e = \frac{\sum \left( P \cdot k_{см} \cdot k_{пр} \cdot N \cdot \left( 1 - \frac{n_n}{N} \right) \cdot \left( 1 - \frac{n_p}{N - n_n} \right) \cdot \left( 1 - \frac{n_o}{N - n_n - n_p} \right) \right)}{\eta} \quad (5)$$

Для различных систем машин, выполняющих весь комплекс лесосечных работ, может быть определена средневзвешенная производительность одной единицы лесозаготовительной техники: МЛ-119+2ЛТ187+ЛТ-188; ЛП-19+2ЛП18+ЛТ188; ЛП-19+2ЛП18+ЛП-33+ЛТ188А.

$$E_e = \frac{\sum \left( P \cdot k_{см} \cdot k_{пр} \cdot N \cdot \left( 1 - \frac{n_n}{N} \right) \cdot \left( 1 - \frac{n_p}{N - n_n} \right) \cdot \left( 1 - \frac{n_o}{N - n_n - n_p} \right) \right)}{\eta} \quad (6)$$

Применение данного подхода позволит определять стратегию эффективной организации производства, технологию лесозаготовок, высвободит выработавшие свой ресурс машины, что сэкономит средства, затрачиваемые на ремонт, повысит экономичность технологического процесса.

Неизбежные потери при создании комплексов систем машин вызываются несоответствием производительности отдельных единиц комплекса и потерями времени при начале технологического процесса и его окончании. Оценка производительности и методика выбора оптимального комплекса, его эффективная эксплуатация важны и актуальны для лесопромышленного производства. Для выбора оптимального сочетания лесозаготовительных машин, выполняющих последовательные операции при работе их комплексе с использованием зависимости (2), предлагается методика оценки их совместимости с применением формулы (7) на примере совместимости валочных и трелевочных машин

$$C = \frac{aE_e}{bE_m} \cdot 100\%, \quad (7)$$

где  $C$  – совместимость по относительной производительности лесозаготовительных машин различного назначения при работе их в комплексе последовательно, %;  $E_e$  – показатель технологической эффективности использования валочных машин,  $m^3$ ;  $E_m$  – показатель технологической эффективности использования трелевочных машин,  $m^3$ ;  $a$  и  $b$  – соответственно, количество валочных и трелевочных машин в комплексе, шт. Аналогично выполняется расчет совместимости других машин комплекса.

Дополнительной оценкой оптимальности использования лесозаготовительных машин на исследуемом предприятии послужит показатель часовой выработки за

исследуемый период – месяц (8), год (9) или другой необходимый период:

$$E_{чм} = \frac{P \cdot k_{см} \cdot k_{пр} \cdot N \cdot \left( 1 - \frac{n_n}{N} \right) \cdot \left( 1 - \frac{n_p}{N - n_n} \right) \cdot \left( 1 - \frac{n_o}{N - n_n - n_p} \right)}{\Phi} \quad (8)$$

$$E_{чг} = \frac{\sum \left( P \cdot k_{см} \cdot k_{пр} \cdot N \cdot \left( 1 - \frac{n_n}{N} \right) \cdot \left( 1 - \frac{n_p}{N - n_n} \right) \cdot \left( 1 - \frac{n_o}{N - n_n - n_p} \right) \right)}{\Phi} \quad (9)$$

где  $E_{чм}$  – часовой показатель технологической эффективности за месяц использования лесозаготовительного оборудования и машин,  $m^3$ ;  $E_{чг}$  – часовой показатель технологической эффективности использования лесозаготовительного оборудования и машин за год,  $m^3$ ;  $P$  – нормативная производительность лесозаготовительных машин и оборудования,  $m^3$ ;  $k_{см}$  – коэффициент сменности,  $k_{пр}$  – коэффициент продолжительности смены,  $N$  – используемое время оцениваемого периода производственного процесса, день;  $n_n$  – показатель затрат времени из-за выходных и праздничных дней, день;  $n_p$  – показатель затрат времени на техническое обслуживание и ремонты, день;  $n_o$  – показатель организации производства, определяется использованием календарного времени, инженерно технической подготовкой и человеческим фактором, неблагоприятными природными воздействиями, день;  $\Phi$  – часовой фонд периода оценки времени месяца или года, час. Часовой фонд оцениваемого периода времени рассчитывается по формуле (10):

$$\Phi = 24N, \quad (10)$$

где  $\Phi$  – часовой фонд периода времени оценки месяца или года, час; 24 – возможное к использованию время, количество часов в сутках, час;  $N$  – используемое время оцениваемого периода производственного процесса, день.

Вместе с тем, было бы абсурдно предполагать, что планирование не оказывает прямого воздействия на эффективную организацию производства. Поэтому проведенный анализ производственных планов лесозаготовительных предприятий

Братского и Усть-Илимского района и литературных источников позволил сделать некоторые обобщения, ряд выводов и необходимые предложения, которые позволят проводить более достоверную оценку организации производства и использования лесозаготовительных машин, что позволит дать рекомендации и предложения по совершенствованию и современные методики оценки состояния эффективности технологии лесозаготовок и самой организации производства.

Также решения по данной задаче позволяют принять предлагаемую модель, где коэффициент использования  $K_u$  по отдельным по назначению группам машин и оборудования за определенный период времени (месяц, квартал, год) представляет собой отношение числа машинодней в работе МД<sub>э</sub> к числу машинодней пребывания машин и оборудования в хозяйстве [2]

$$K_u = \frac{МД_э}{МД_{сп}}. \quad (11)$$

Для реализации объективной оценки предлагается изменить сложившуюся методику. Известная зависимость (11) примет следующий вид

$$K_u = \frac{N_c \cdot МД_э}{24 \cdot МД_{сп}}, \quad (12)$$

где  $N_c$  – продолжительность работы машины в течении суток, число 24 – количество часов в сутках.

Методика позволит на начальном этапе планирования выстроить эффективную организацию производственного процесса и даст действительную оценку использования машин. Вместе с этим, не менее важным в процессе эксплуатации фактором, который необходимо учитывать, является падение производительности в результате износа машин и неэффективной организации производства. Совместное использование полученных и предлагаемых зависимостей позволит эффективно влиять на режимы работы лесозаготовительных машин и оптимизировать их параметры.

Установлены зависимости производительности от длительности эксплуатации лесозаготовительных машин, позволяющие при их использовании делать оценку и влиять на технологию и организацию технологического процесса лесозаготовок, что даст возможность совершенствования технологического процесса и позволит повысить эффективность работы самого предприятия. Результаты расчетов, представленные в таблице 1 по данным работы лесозаготовительных машин действующих предприятий Братского и Усть-Илимского районов, предполагают возможность изменения сложившихся на предприятиях режимов работы лесозаготовительных машин и технологии производства

Таблица 1

*Расчетный баланс работы машин и механизмов предприятия*

Данные о механизме, марка машин	Год выпуска	Расчетные данные месячного объема, $м^3$	Выработка на одну машину по одной операции	Выработка на одну машину комплекса	Совместимость по относит. произв., %	Часов. показатель технологической эффективности, $м^3$	Сущ. коэф. исполь. за период	Предложенный фактический, коэф. исп.
1	3	4	5	6	7	8	9	10
ЛП-19	1999	1674,881				2,251	0,306	0,089
ЛП-19	1999	Резерв.						
ЛП-19	2003	2144,214				2,882	0,393	0,114
ЛП-19	2004	2211,262				2,972	0,405	0,118

Продолжение таблицы 1

МЛ-119	2004	2211,262				2,972	0,405	0,118
ЛП-19	2006	4824,81				6,484	0,442	0,257
			2613,286			3,512		
ЛП-18	1992	Резерв.						
ЛП-18	1993	784,52				1,054	0,289	0,084
ЛП-18	2004	1184,894				1,592	0,437	0,127
ЛП-18	2006	2554,577				3,433	0,471	0,275
ЛП-18	2006	1338,885				1,799	0,494	0,144
ЛП-18	2006	1338,885				1,799	0,494	0,144
ЛП-18	2006	1338,885				1,799	0,494	0,144
ЛТ-187	2003	1350,016				1,814	0,443	0,129
ЛТ-187	2003	1350,016				1,814	0,443	0,129
ЛТ-187	2004	1380,879				1,856	0,453	0,132
			1402,395		103,52	1,884		
ЛТ-188	2003	2653,257				3,566	0,445	0,130
ЛТ-188	2004	5065,143				6,807	0,425	0,248
ЛТ-188	2006	5789,257				7,781	0,486	0,283
ЛТ-188	2006	5789,257				7,781	0,486	0,283
			4824,2	2499,1	65,407	6,484		

Очевидны результаты оценки работы лесозаготовительных машин на анализируемом предприятии – низкие показатели использования машин по показателям производительности, совместимости по относительной производительности отдельных операций, низкий часовой показатель за месяц использования лесозаготовительных машин. Более объективен и предложенный коэффициент фактического использования лесозаготовительных машин.

Для оптимизации параметров и режимов работы лесозаготовительных машин необходимы интенсификация производства, отказ от эксплуатации машин, выработавших свой эффективный ресурс, оценка показателя совместимости по относительной производительности.

Предложенные методики позволяют сделать более объективной оценку использования лесозаготовительных машин. Также следует учитывать вышепе-

речисленное при организации оптимального лесозаготовительного процесса применительно к местным климатическим условиям, рельефу, почвенно-грунтовым условиям. Для каждого условия предлагаемые модели позволят провести оптимизацию параметров и режимов работы лесозаготовительных машин, выбрать менее затратную технологию с целью ее последующего внедрения в ЛПК Иркутской области.

#### Литература

1. Фетищева З.И. Экономика предприятий лесной промышленности : учеб. пособие. 2-е изд. доп. и перераб. М. : МГУЛ, 2007. 412 с.
2. Немцов В. П., Шестаков Б. А Справочник механика лесозаготовительного предприятия. М.: Лесн. пром-сть, 1988. 480 с.