

УДК 630\*36.001.6

**С. А. Голякевич, А. Р. Гороновский**

Белорусский государственный технологический университет

**КОМПЛЕКСНАЯ ТЕХНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА  
ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ КАЧЕСТВ ЛЕСНЫХ МАШИН**

Рассмотрена классификация эксплуатационных условий лесных машин. Выделено 2 группы условий эксплуатации лесосечных машин: таксационные характеристики древостоев и условия движения. На примере харвестера рассмотрена классификация эксплуатационных свойств лесных машин, имеющих в своем технологическом цикле стационарные операции. Рассмотрено влияние эксплуатационных свойств на эксплуатационные потребительские качества лесных машин: производительность, эксплуатационную надежность и экономичность.

Проанализированы единичные критерии оценки эксплуатационных потребительских качеств лесных машин. Установлено, что в общем случае они описываются только физическими величинами времени и работы: продолжительностью холостых и рабочих ходов на операциях, временем простоев и перебазировок, а также величинами полезной (эффективной) и неэффективной работ. На основе данных величин предложен комплексный технический критерий оценки эксплуатационных потребительских качеств лесных машин (удельный энергетический потенциал производительности), учитывающий стохастичность условий их работы.

Показано, что использование такого критерия позволяет сопоставлять эксплуатационную эффективность многооперационных лесных машин, в частности харвестеров, имеющих отличительные особенности конструктивного исполнения. Указано, что определение энергетических и временных величин для критерия удельного энергетического потенциала производительности может быть произведено теоретически и экспериментально, что значительно расширяет конечную область его применения. Отмечено, оценку можно производить как для всего технологического цикла работы, так и для отдельной технологической операции.

**Ключевые слова:** лесная машина, эксплуатационные свойства, потребительские качества, операции, критерии, энергетический потенциал, харвестер.

**S. A. Golyakevich, A. R. Goronovsky**

Belarusian State Technological University

**INTEGRATED TECHNICAL ASSESSMENT  
OF THE CONSUMER QUALITIES OF FOREST MACHINES**

Classification of operating conditions of forest machines were considered to 2 groups of operating conditions of logging trucks operation were singled out: stands taxation data and traffic conditions. On the example of the harvester the classification of operational properties of forest machinery, having in its technological cycle stationary operation were considered. The influence of operational properties on performance consumer qualities of forest machines were considered: performance, reliability and efficiency.

Individual criteria of assessment of operational consumer qualities of forest machines were analysed. It was established that, in general, they are described only by physical quantities of time and work: by duration of idle and cutting moves on operations, downtime and relining, and the useful (efficient) and unefficient work. On the basis of these values a comprehensive technical criterion was proposed for assessment of the operating consumer qualities of forest machines (energy potential performance), taking into account the stochasticity of their working conditions.

It is shown that the use of this criterion allows to compare operational efficiency of multioperation forest machines, harvesters in particular, which have a distinctive model features. It is stated that the definition of energy and time values for the specific criteria of the energy potential of performance can be made both theoretically and experimentally, which significantly expands its final application area. It is noted that the assessment can be made as to entire technological cycle, and for a separate technological operation.

**Key words:** forest machine, performance characteristics, quality of consumer operations, criteria, the energy potential, harvester.

**Введение.** Технические характеристики лесных машин призваны удовлетворять потребности лесозаготовителей в части производительности, экономичности, надежности, экологичности, собственной стоимости и др. То есть каждая

лесная машина должна обладать соответствующими потребительскими качествами.

Потребительские качества лесной машины, которые проявляются непосредственно в процессе ее эксплуатации, называются

эксплуатационными. К ним относятся производительность, экономичность и эксплуатационная надежность машины. Достижение лесной машиной высоких показателей этих качеств основано на реализации ею целого ряда эксплуатационных свойств. Они должны закладываться на этапе проектирования машины, а их реализация зависит от условий эксплуатации и квалификации оператора.

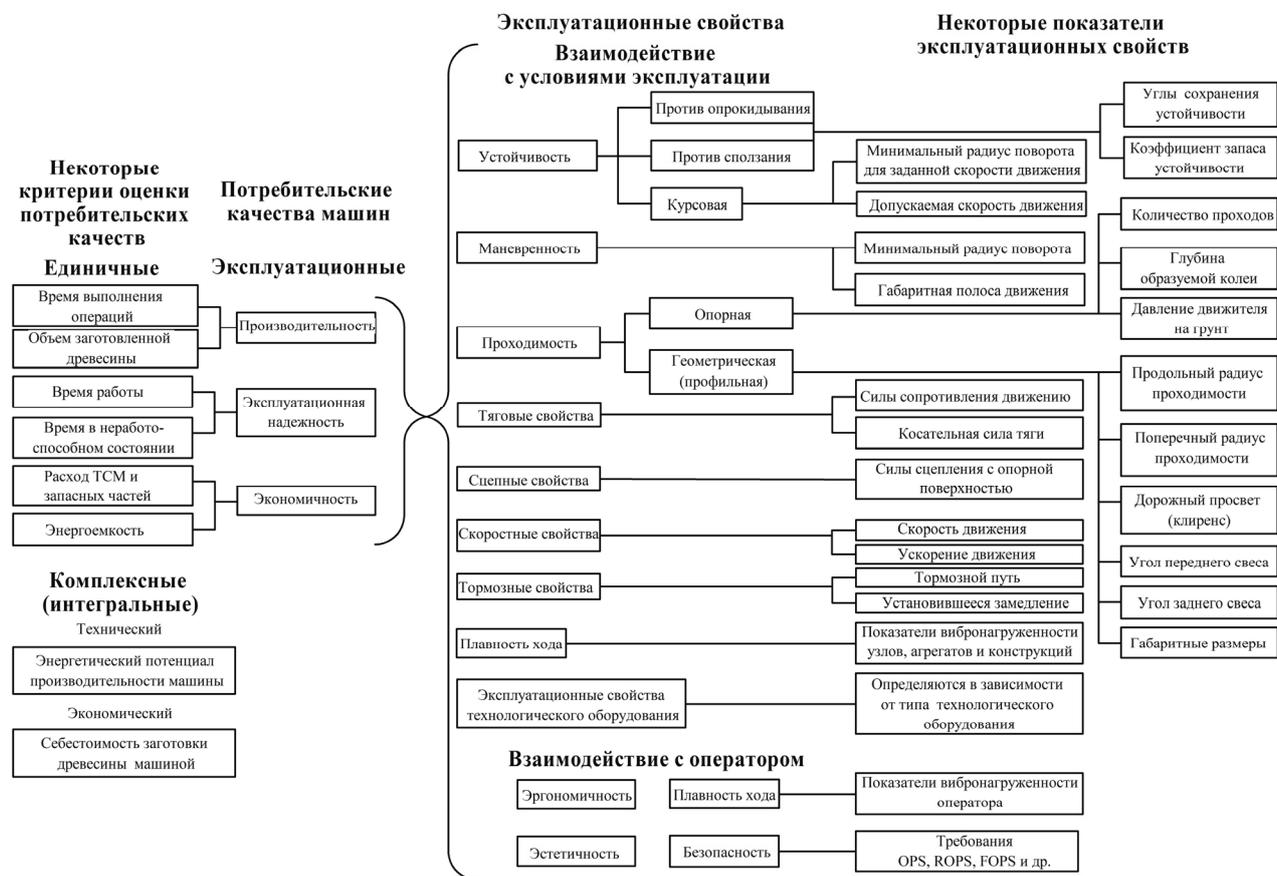
**Основная часть.** На возможность реализации лесной машиной эксплуатационных свойств оказывают влияние две группы условий эксплуатации. К первой относятся условия движения машин: физико-механические свойства почвогрунтов, состояние дорожных покрытий, макро- и микрорельеф местности и др., ко второй – таксационные характеристики древостоев и лесохозяйственные требования к проводимым рубкам: массово-геометрические параметры деревьев, запас древесины на единице площади, породный состав, вид рубки и экологические требования к ее проведению. Для Республики Беларусь каждый из факторов условий эксплуатации имеет явно выраженный стохастический характер.

К настоящему времени, в современной отраслевой науке сформировался устойчивый набор

показателей эксплуатационных свойств, который позволяет оценить лесную машину во взаимодействии с условиями движения (рисунок).

Анализ лесных машин, как движущихся объектов, позволил отечественным [1–3] и зарубежным ученым [4, 5] выделить следующие эксплуатационные свойства: проходимость, маневренность, устойчивость, плавность хода, тяговые, сцепные и другие свойства. Каждое из них рассматривалось не только в рамках лесной отраслевой науки, но и в рамках смежных научных направлений, что позволяет при анализе данных свойств оперировать многочисленными исследованиями теоретического и экспериментального характера.

Несмотря на безусловную важность отмеченных эксплуатационных свойств, обращает на себя внимание то, что многие машины большую часть рабочего времени выполняют стационарные операции. Для некоторых из них операции передвижения и вовсе не являются технологическими. При этом эксплуатационные свойства, характеризующие лесную машину как объект, выполняющий стационарные операции, до настоящего времени исследованы мало и не классифицированы.



Потребительские качества и эксплуатационные свойства лесных машин

К примеру, эффективность работы харвестера на стационарных операциях обусловлена эксплуатационными свойствами его технологического оборудования. Для манипулятора харвестера это рабочая зона, силовые характеристики привода звеньев, плавность перемещения, способность воспроизводить необходимую траекторию движения рабочего органа (условно можно именовать данное свойство маневренностью), возможность относительного перемещения своих отдельных звеньев (подвижность) и др. К важным эксплуатационным свойствами харвестерных головок следует отнести: тяговые, сцепные, скоростные и тормозные свойства протаскивающих вальцов, способность копировать профиль ствола дерева, имеющего заданную величину кривизны, габаритные размеры, кинематические и силовые характеристики раскрытия-закрытия сучкорезных ножей, и др.

В перспективе детальный анализ показателей эксплуатационных свойств лесных машин, выполняющих стационарные операции, позволит получить данные для проведения комплексной технической оценки их потребительских качеств. В рамках настоящей статьи рассмотрим методологию такой оценки и критерий для ее реализации.

Структурный анализ взаимосвязи между эксплуатационными свойствами лесных машин и их потребительскими качествами позволил выявить следующие особенности. Каждое из эксплуатационных свойств (рисунок) характеризуется рядом разнородных показателей, однако все они определяют 3 эксплуатационных потребительских качества машин: производительность, экономичность и эксплуатационную надежность. Критериями оценки последних, в общем случае, выступают только физические величины времени и работы: продолжительность холостых и рабочих ходов на операциях, времени простоев и перебазирровок, а также величины полезной (эффективной) и неэффективной работ. Поэтому для комплексной технической оценки потребительских качеств лесных машин целесообразно использовать критерий, основанный на указанных физических величинах.

В качестве комплексного технического критерия оценки эксплуатационных потребительских качеств лесных машин может выступать удельный энергетический потенциал произво-

дительности машины (УЭПП), структура которого детально изложена в работе [6]. Стохастический характер условий эксплуатации машин учитывается путем введения в известные выражения УЭПП [7] соответствующих парциальных коэффициентов. К примеру, для харвестера такой критерий оценки имеет вид

$$УЭПП_{ст} = \sum_{d_{1,3}=d_{1,3}^{min}}^{d_{1,3}^{max}} \sum_{f=f^{min}}^{f^{max}} \frac{A_{полн}^{движ} \cdot B(f) + A_{полн}^{стац} C(d_{1,3})}{C(d_{1,3}) \cdot \frac{1}{T_{ц}} \sum N_{i полн} t_i},$$

где  $A_{полн}$  – полная работа, выполненная харвестером на стационарных операциях (стац) и при движении (движ), Дж;  $T_{ц}$  – суммарная продолжительность технологического цикла, с;  $N_{i полн}$  – величины мощностей полезно реализуемых при выполнении  $i$ -х рабочих операций, Вт;  $t_i$  – продолжительность  $i$ -й операции, с;  $B(f)$  и  $C(d_{1,3})$  парциальные коэффициенты, учитывающие вероятность эксплуатации машины в заданных условиях движения, характеристик древостоя и условий рубок соответственно.

В частном случае, когда условия работы харвестера постоянны, указанный критерий сводится к виду

$$УЭПП_{ц} = \frac{A_{полн}}{A_{полезн} / T_{ц}} = \frac{T_{ц}}{\eta_{общ}},$$

где  $A_{полезн}$  – полезная работа, выполненная харвестером на соответствующих операциях, Дж;  $\eta_{общ}$  – общий коэффициент полезного действия харвестера на всех операциях технологического цикла либо на одной конкретной операции.

**Заключение.** Указанный подход применим в случае необходимости сопоставления эксплуатационной эффективности харвестеров, имеющих отличительные особенности конструктивного исполнения. Определение энергетических и временных величин может быть произведено теоретически и экспериментально, что значительно расширяет конечную область применения предлагаемого критерия. Оценка можно производить как для всего технологического цикла работы, так и для отдельной технологической операции. В последнем случае, продолжительность цикла  $T_{ц}$  должна быть заменена на продолжительность выполнения отдельной операции с учетом необходимого перемещения рабочего органа в заданное исходное положение.

## Литература

1. Пищов С. Н. Применение движителя комбинированного типа для повышения тягово-сцепных свойств лесных погрузочно-транспортных машин: дис. ... канд. техн. наук. Минск, 2008. 156 л.
2. Арико С. Е. Обоснование параметров валочно-сучкорезно-раскряжевой машины для рубок промежуточного лесопользования: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Минск, 2012. 25 с.

3. Анализ тенденций развития конструкций многооперационных лесозаготовительных машин / С. П. Мохов и [др.] // Труды БГТУ. 2012. № 2: Лесная и деревообраб. пром-сть. С. 18–20.
4. Cheng C. Modeling of the Ride Comfort of a Forwarder Master of Science Thesis MMK 2011:30 MDA 399 / Stockholm, KTH Industrial Engineering and Management Machine Design, 2011. 86 p.
5. Gellerstedt S. Operation of the Single-Grip Harvester: Motor-Sensory and Cognitive Work // J. of Forest Engineering, 2002, vol. 13, no. 2, pp. 45–47.
6. Голякевич С. А. Повышение надежности несущих конструкций многооперационных лесных машин выбором режимов работы на основе энергетического потенциала: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Минск, 2013. 27 с.
7. Голякевич С. А. Анализ эксплуатационных режимов работы многооперационных лесозаготовительных машин // Труды БГТУ. 2013. № 2: Лесная и деревообраб. пром-сть. С. 72–78.

### References

1. Pishhov S. N. *Primenenie dvizhitelja kombinirovannogo tipa dlja povyshenija tjagovo-scepnih svojstv lesnyh pogruzochno-transportnyh mashin: dis. ... kand. tehn. nauk* [Application of combined-type chassis to improve the traction characteristics of forest cargo transport vehicles: Ph. D. Engineering diss.]. Minsk, 2008. 156 p.
2. Ariko S. E. *Obosnovanie parametrov valochno-suchkorezno-raskrjazhevochnoj mashiny dlja rubok promezhutochnogo lesopol'zovanija: avtoref. dis. ... kand. tehn. nauk* [Substantiation of felling-delimiting-bucking machine characteristics for intermediate forest exploitation cutting: Ph. D. Engineering diss.]. Minsk, 2012. 25 p.
3. S. P. Mokhov [i dr.] *Analiz tendentsiy razvitiya konstruktsiy mnogooperatsionnykh lesozagotovitelnykh mashin // Trudy BGTU. Lesnaja i derevoobrab. prom-st'* [Proceedings of BSTU. Forest and Woodworking Industry]. 2012, no. 2, pp. 18–20 (in Russian).
4. Cheng C. Modeling of the Ride Comfort of a Forwarder Master of Science Thesis MMK 2011:30 MDA 399. Stockholm, KTH Industrial Engineering and Management Machine Design, 2011. 86 p.
5. Gellerstedt, S. Operation of the Single-Grip Harvester: Motor-Sensory and Cognitive Work. J. of Forest Engineering, 2002, vol. 13, no. 2, pp. 45–47.
6. Goljakevich S. A. *Povyshenie nadezhnosti nesushhih konstrukcij mnogooperacionnykh lesnykh mashin vyborom rezhimov raboty na osnove jenergeticheskogo potenciala: avtoref. dis. ... kand. tehn. nauk* [Reliability growth of bearing structures in multioperational logging machines by means of mode selection on the basis of energy potential: Ph. D. Engineering diss.]. Minsk, 2013. 27 p.
7. Goljakevich S. A. *Analiz jekspluatacionnykh rezhimov raboty mnogooperacionnykh lesozagotovitel'nykh mashin. Trudy BGTU. Lesnaja i derevoobrab. prom-st'* [Proceedings of BSTU. Forest and Woodworking Industry], 2013, no. 2, pp. 72–78 (in Russian).

### Информация об авторах

**Голякевич Сергей Александрович** – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры лесных машин и технологии лесозаготовок. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: gsa@belstu.by

**Гороновский Андрей Романович** – кандидат технических наук, доцент кафедры лесных машин и технологии лесозаготовок, проректор по воспитательной работе. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова 13а, Республика Беларусь). E-mail: arg@belstu.by

### Information about the authors

**Golyakevich Sergey Aleksandrovich** – Ph. D. Engineering, senior lecturer, Department of Forestry Machinery and Logging Technology. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: gsa@belstu.by

**Goronovsky Andrey Romanovich** – Ph. D. Engineering, assistant professor, Department of Forestry Machinery and Logging Technology, Vice-rector for educational work. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: arg@belstu.by

Поступила 20.02.2015