

Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века. 2024. С. 70–74.  
*Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century. 2024. P. 70–74.*

Научная статья  
УДК 378.14.015.62

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ХАРВЕСТЕРОМ ПРИ ЗАГОТОВКЕ ДРЕВЕСИНЫ

**Виктор Вячеславович Иванов<sup>1</sup>, Станислав Сергеевич Баданин<sup>2</sup>,  
Данил Дмитриевич Казанцев<sup>3</sup>**

<sup>1, 2, 3</sup> Уральский государственный лесотехнический университет,  
Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> ivanovvv@m.usfeu.ru

<sup>2</sup> badanin-stas@mail.ru

<sup>3</sup> danil\_kazantsev\_2003@list.ru

**Аннотация.** В статье изложены результаты хронометражного наблюдения за производительностью труда опытного оператора и группы начинающих операторов харвестера на тренажерах-симуляторах компаний Komatsu Forest и John Deere без использования и с использованием систем управления процессом заготовки древесины.

**Ключевые слова:** производительность труда, харвестер, системы управления

**Для цитирования:** Иванов В. В., Баданин С. С., Казанцев Д. Д. Оценка эффективности применения систем управления харвестером при заготовке древесины // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века. Екатеринбург, 2024. С. 70–74.

Original article

## EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF SYSTEMS HARVESTER MANAGEMENT WHEN HARVESTING WOOD

**Viktor V. Ivanov<sup>1</sup>, Stanislav S. Badanin<sup>2</sup>, Danil D. Kazantsev<sup>3</sup>**

<sup>1, 2, 3</sup> Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> ivanovvv@m.usfeu.ru

<sup>2</sup> badanin-stas@mail.ru

<sup>3</sup> danil\_kazantsev\_2003@list.ru

**Abstract.** The article presents the results of time-based monitoring of the labor productivity of an experienced operator and a group of novice harvester operators on Komatsu Forest and John Deere simulators without and with the use of wood harvesting process control systems.

**Keywords:** labor productivity, harvester, control systems

**For citation:** Ivanov V. V., Badanin S. S., Kazantsev D. D. Evaluation of the efficiency of using harvester control systems in timber harvesting // Wood-working: technologies, equipment, management of the XXI century. Yekaterinburg, 2024. P. 70–74.

В настоящее время практически все современные машины оснащаются различными системами управления, в том числе и многооперационные лесозаготовительные машины с процессорным управлением [1].

Система управления лесозаготовительной машиной представляет собой программную автоматизированную систему, которая состоит из персонального компьютера, специализированного программного обеспечения, датчиков и блоков управления. Связь между всеми устройствами поддерживается при помощи CAN-шины, играющая роль нервной системы.

Основное назначение систем управления лесозаготовительных машин – облегчить работу оператора, автоматизировать и оптимизировать операции валки деревьев, очистку стволов от сучьев и раскряжевки. При этом решающая роль по принятию решений управления машиной (выбор технологической стоянки) и выполнению операций при заготовке древесины (учет пороков ствола при раскряжевке) всегда остается за оператором.

Целью работы является оценка эффективности применения систем управления харвестера при заготовке древесины опытными и начинающими операторами на тренажерах-симуляторах компаний Komatsu Forest и John Deere. В качестве критерия оценки была выбрана производительность труда.

С целью получения стохастических данных на протяжении 2017–2024 гг. в рамках проводимых практических занятий на кафедре технологии и оборудования лесопромышленного производства по дисциплинам «Современные технологии в лесопромышленном комплексе» и «Системы управления комплектами машин для заготовки древесины» со студентами и магистрантами УГЛТУ направления подготовки 35.03.02 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств», профиль – «Инженерное дело в лесопромышленном комплексе» и 35.04.02 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств», профиль – «Инженерное управление в лесопромышленном комплексе» проводились хронометражные наблюдения за работой опытного и начинающих операторов.

На используемых тренажерах-симуляторах был выбран сценарий работы харвестера «Mixed Forest», при котором фиксировались объем заготавливаемых сортиментов и затраты времени на выполнение основных элементов цикла работы харвестера при заготовке 50 деревьев: 1 – наведение харвестерного агрегата на дерево; 2 – захват дерева; 3 – спиливание дерева; 4 – валка дерева; 5 – обработка дерева; 6 – переход к следующему дереву, в том числе время движения харвестера от одной технологической стоянки к следующей.

При этом хронометражные наблюдения процесса заготовки древесины осуществлялись в трех режимах работы оператора:

1. Ручной режим работы с использованием только системы измерения диаметра и длины выпиливаемого сортимента (Komatsu Forest);
2. Автоматизированный режим раскряжевки (Komatsu Forest);
3. Система управления манипулятором IBC и автоматизированный режим раскряжевки (John Deere).

Результаты хронометражных наблюдений за работой некоторых операторов представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Затраты времени цикла на заготовку 50 деревьев  
при различных режимах работы операторов

Оператор харвестера	Время цикла					
	1		2		3	
	с	%	с	%	с	%
Начинающий оператор 1	4348	158	3316	120	2753	100
Начинающий оператор 2	4053	452	3472	131	2654	100
Начинающий оператор 3	4102	146	3461	123	2807	100
Начинающий оператор 4	4268	150	3689	129	2844	100
Опытный оператор	2747	113	2581	106	2432	100

Таблица 2

## Производительность труда при различных режимах работы операторов

Оператор харвестера	Производительность труда					
	1		2		3	
	м <sup>3</sup> /см	%	м <sup>3</sup> /см	%	м <sup>3</sup> /см	%
Начинающий оператор 1	132	63	174	83	209	100
Начинающий оператор 2	142	65	166	76	217	100
Начинающий оператор 3	140	68	166	81	205	100
Начинающий оператор 4	135	67	156	77	202	100
Опытный оператор	210	89	223	94	236	100

Анализ и сравнение полученных результатов позволяет сделать вывод о том, что системы управления актуальны и необходимы в современных лесозаготовительных машинах, они облегчают труд опытных операторов и позволяют хоть и не значительно, в отличие от начинающих операторов, но повысить производительность труда.

Использование систем управления в работе начинающих операторов позволяет существенно сократить число совершаемых ими при работе ошибок и увеличить производительность. Однако при этом также нужно тренировать и развивать моторные навыки управления харвестером за счет специальных упражнений [2], по крайней мере, до тех пор, пока не будут созданы более совершенные системы управления, при которых роль оператора харвестера будет, например, заключаться лишь в контроле качества заготавливаемых круглых лесоматериалов.

Для более детального изучения вопросов оценки эффективности применения и разработки существующих новых систем управления лесозаготовительных машин дальнейшая работа будет проводиться с использованием харвестера Silvatec Sleipner 8266 ТН на учебно-образовательном полигоне кафедры ТОЛП (УУОЛ УГЛТУ, п. Северка) и электроэнцефалографа-регистратора «Энцефалан-ЭЭГР-19/26».

### Список источников

1. Сортиментная заготовка древесины : учебное пособие / В. А. Азаренок, Э. Ф. Герц, С. В. Залесов, А. В. Мехренцев. М. : ИНФРА-М, 2021. 144 с.
2. Вербицкая Н. О., Чекотин Р. С. Формирование нейрометодики профессионального обучения в условиях человеко-машинного взаимодействия // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Образование. Педагогические науки. 2017. Т. 9, № 2. С. 67–73.

## References

1. Cut-to-length timber harvesting : textbook / V. A. Azarenok, E. F. Hertz, S. V. Zalesov, A. V. Mehrentsev. M. : INFRA-M, 2021. 144 p.
2. Verbitskaya N. O., Chekotin R. S. Formation of neuromethods of professional training in the conditions of human-machine interaction // Bulletin of the South Ural State University. Series: Education. Pedagogical sciences. 2017. Vol. 9. No. 2. P. 67–73.