



Столбыпинский
вестник

Научная статья

Original article

УДК 6331.54

СИСТЕМА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА ОПЕРАТОРА ЛЕСНЫХ МАШИН

INTELLIGENT MONITORING SYSTEM FOR FOREST MACHINERY OPERATOR

Стешина Людмила Александровна, ведущий научный сотрудник,

Поволжский государственный технологический университет, г. Йошкар-Ола

Таран Александр Валерьевич, аспирант, младший научный сотрудник,

Поволжский государственный технологический университет, г. Йошкар-Ола

Черных Дмитрий Михайлович, младший научный сотрудник, Поволжский

государственный технологический университет, г. Йошкар-Ола

Lyudmila Steshina, Leading Researcher, Volga State University of Technology,

Yoshkar-Ola

Alexander Taran, junior researcher, Поволжский государственный

технологический университет, г. Йошкар-Ола

Dmitrii Chernykh, junior researcher, Поволжский государственный

технологический университет, г. Йошкар-Ола

Аннотация. Профессиональная пригодность оператора лесных машин определяет не только эффективность профессиональной деятельности, но может выступать и в качестве входного фильтра кандидатов к освоению

данной профессией или же в качестве основы для формирования индивидуальной траектории обучения. В статье представлены подходы к оценке профессиональной пригодности через систему профессионально важных качеств. Новизна подхода заключается в интеллектуализации процесса оценки профпригодности: сначала строится модель оператора в пространстве состояний, а затем прогнозируется изменение состояния оператора, с целью прогнозирования эффективности его действий. Предложена структура системы интеллектуального мониторинга состояния оператора.

Annotation. The professional suitability of the operator of forest machines determines not only the effectiveness of professional activity, but can also act as an input filter for candidates to master this profession or as a basis for the formation of an individual learning trajectory. The article presents approaches to the assessment of professional suitability through a system of professionally important qualities. The novelty of the approach lies in the intellectualization of the aptitude assessment process: first, an operator model is built in the state space, and then a change in the operator's state is predicted in order to predict the effectiveness of his actions. The structure of the system of intelligent monitoring of the operator's condition is proposed.

Ключевые слова: профессиональная пригодность, человек-оператор, пространство состояний, интеллектуальная система мониторинга

Keywords: professional aptitude, human operator, state space, intelligent monitoring system

Современное состояние лесозаготовительной отрасли Российской Федерации характеризуется прежде всего низким уровнем развития предприятий лесного комплекса, слабой квалификацией и подготовкой персонала, крайне низкой энерго- и ресурсоэффективностью. Этим обусловлена и низкая эффективность отрасли в целом, малая доля продукции

российского лесопромышленного комплекса, не превышающая 3 % мирового объема, низкий объем разработки древесины.

Повышение эффективности использования лесосырьевых ресурсов в ходе лесозаготовительной деятельности возможно за счет внедрения и использования современных интеллектуальных технологий, интегрированных в объекты лесного машиностроения.

Целью работы является разработка системы интеллектуального мониторинга состояния оператора.

Система «оператор – лесозаготовительная машина – объект разработки» представляет собой типичную эргатическую систему управления (ЭСУ) подвижным объектом.

На долю человека-оператора выпадают функции по управлению таким подвижным объектом в широком диапазоне внешних воздействия: изменения предмета труда в процессе выполнения технологической операции, изменения условий работы технологического оборудования, изменений условий окружающей среды. При этом, дополнительными возмущающими воздействиями, влияющими на качество управления, являются неблагоприятные факторы самой технологической среды на оператора: вибрация [1], акустические воздействия [2, 3], погодные условия [4], организационные аспекты труда и отдыха [5, 6].

Результатом такого воздействия является снижение эффективности и производительности труда оператора, увеличение количества ошибок и брака, возникновение внештатных и аварийных ситуаций. При этом установлено, что влияние данных факторов в условиях реального производства значительно выше, нежели в режиме обучения, что обусловлено дополнительной ответственностью оператора за результаты своего труда и обеспечение безопасности в технологической зоне.

В этих условиях становится очевидным необходимость контроля действий оператора, его психофункционального состояния с целью недопущения

нарушения стабильного состояния и перехода в состояние близкого к критическому.

Состояние оператора в соответствии с классическими подходами эргономики и инженерной психологии представляется набором психофизиологических показателей. Данные показатели зачастую коррелируют с профессионально важными качествами (ПВК), которые, в свою очередь, и определяют эффективность профессиональной деятельности. Профессионально важные качества определены в соответствующих профессиям профессиональных стандартах и профессиограммах.

В процессе выполнения профессиональных задач, в условиях монотонной или авральной работы, различных режимах психологической напряженности оператора происходит естественное изменение психофизиологических показателей оператора, вызванных регуляторными процессами его функциональных систем. Это приводит к естественному изменению уровня его профессионально важных качеств. Так, например, при наступлении зрительного утомления снижается способность зрительно-моторного слежения и зрительно-моторной координации. Все это, в конечном итоге, приводит к снижению эффективности работы ЭСУ.

Решением данной задачи является формирование системы мониторинга текущего состояния оператора, позволяющей отследить критическое снижение уровня профессионально важных качеств и сигнализировать оператору или внешнему контролеру об этом.

Такие системы достаточно известны и распространены. Среди типовых систем мониторинга оператора можно выделить различные системы оценки бодрствования [7], оценки алкогольного опьянения [8] и даже системы контроля присутствия на рабочем месте и эффективности управления [9].

Главной особенностью таких систем является их бинарный принцип работы: оператору либо позволено выполнять свои профессиональные функции, либо нет. В этих условиях система мониторинга состояния оператора выступает в

логике «да»-«нет», что достаточно несложно реализуется современными техническими устройствами.

Более сложные устройства, предполагающие «мягкую» поддержку деятельности оператора должны обеспечивать и более сложный уровень мониторинга.

Так, на основе многочисленных показателей психофункционального состояния и набора профессионально важных качеств с использованием нейросетевых моделей можно осуществлять классификацию состояния оператора.

Еще более продвинутый уровень мониторинга с использованием карты пространства состояний оператора, рис. 1.

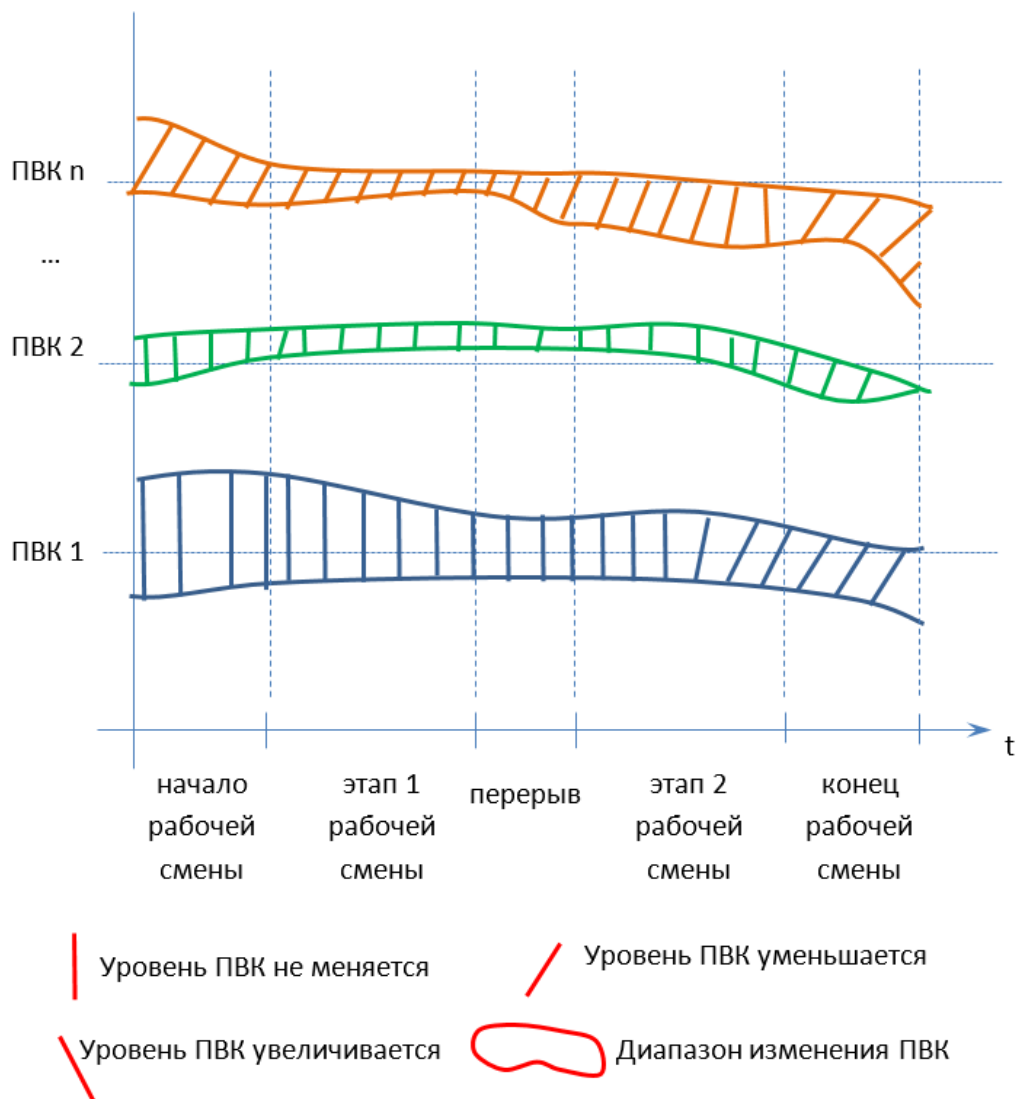


Рис. 1. Карта пространства состояний оператора

На данной карте представлены 3 ПВК и диапазон их изменения в процессе рабочей смены в различных условиях. Диапазон изменений ПВК представляет собой наборы измерений данного ПВК, полученные в различных условиях для одного и того же оператора. При этом наклон штриха ПВК соответствует направлению его изменения в ближайший интервал времени.

Формирование такой карты ПВК каждого конкретного пользователя позволяет сформировать и представить модель пространства состояний конкретного пользователя и спрогнозировать уровни его ПВК в конкретные моменты времени.

Все эти функции могут быть обеспечены системой интеллектуального мониторинга состояния оператора, рис. 2.

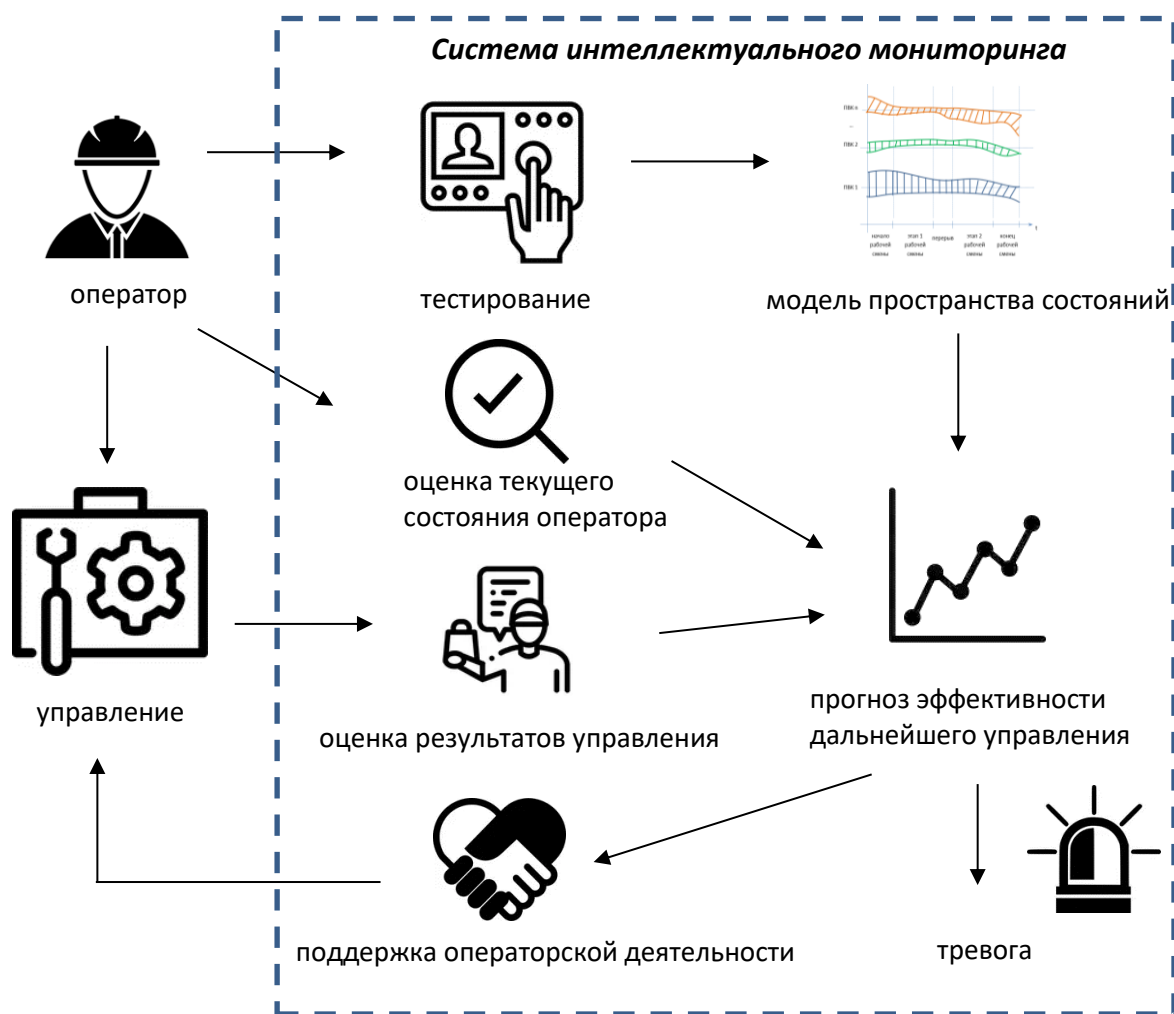


Рис. 2. Структура системы интеллектуального мониторинга состояния оператора.

Данная система обеспечивает предварительное тестирование каждого оператора и представление модели пространства его состояния. Далее осуществляется текущий контроль ПВК оператора и результатов его деятельности. Сравнение текущих показателей ПВК и тенденции их изменения с данными модели, позволяет сделать вывод о прогнозной эффективности оператора. При этом выход за установленные ранее границы диапазона изменения ПВК можно трактовать как внештатную ситуацию, требующую немедленного реагирования. В противном случае, может осуществляться поддержка операторской деятельности в режиме максимальной «дружелюбности».

Таким образом, представленная система мониторинга может быть использована для повышения уровня взаимодействия человека и машины в структуре ЭСУ, а также быть использована для профессиональной подготовки и тренировки оперативного персонала.

Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда № 22-29-01576, <https://rscf.ru/project/22-29-01576/> по тематике «Методология проектирования интеллектуальных средств оценки, контроля и управления качеством работы операторов лесозаготовительных машин».

Литература

1. Camargo D.A., Munis R.A., Simões D. Investigation of exposure to occupational noise among forestry machine operators: A case study in Brazil // *Forests*. – 2021. – Т. 12. – №. 3. – С. 299.
2. Camargo D.A., Munis R.A., Miyajima R.H., Lima R.C.A., Simões D. Mechanized Wood Extraction: Impacts on Operators' Hearing Health // *Forests*. – 2022. – Т. 13. – №. 10. – С. 1553.
3. Schmiedel S., Beaudoin D., Rönnqvist M. Stand-specific working methods for harvester operators: a simulation study // *International Journal of Forest Engineering*. – 2022. – С. 1-12.

4. Wang K., Xie R., Ming B., Hou P., Xue J., Li S. Review of combine harvester losses for maize and influencing factors //International Journal of Agricultural and Biological Engineering. – 2021. – Т. 14. – №. 1. – С. 1-10.
5. Александров А.А., Долматов С.Н. Факторы, снижающие эффективность применения современных лесозаготовительных машин // Лесной и химический комплексы-проблемы и решения. – 2021. – С. 120-123.
6. Petukhov I., Steshina L., Glazyrin A. Application of virtual reality technologies in training of man-machine system operators // International Conference on Information Science and Communications Technologies, ICISCT 2017. – 2017. – С. 1-7.
7. Михайлова Н.А., Николаев А.Ю., Носкова О.Г. Эргономическое обеспечение проектирования и внедрения прибора контроля бодрствования железнодорожного машиниста // Национальный психологический журнал. – 2021. – №. 3 (43). – С. 87-95.
8. Kulkarni P.V., Manu N., Sadaf M., Khan S. Automatic Engine Locking System for Drunken Driving //ICDSMLA 2020. – Springer, Singapore, 2022. – С. 1113-1121.
9. Петухов И.В., Стешина Л.А., Танрывердиев И.О. Система распределенного управления и вывода информации для автоматизации непрерывных технологических процессов в реальном времени // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. – 2009. – № 1 (5). – С. 72-80.

Literature

1. Camargo D.A., Munis R.A., Simões D. Investigation of exposure to occupational noise among forestry machine operators: A case study in Brazil // Forests. – 2021. – Т. 12. – №. 3. – С. 299.
2. Camargo D.A., Munis R.A., Miyajima R.H., Lima R.C.A., Simões D. Mechanized Wood Extraction: Impacts on Operators' Hearing Health // Forests. – 2022. – Т. 13. – №. 10. – С. 1553.

3. Schmiedel S., Beaudoin D., Rönnqvist M. Stand-specific working methods for harvester operators: a simulation study // International Journal of Forest Engineering. – 2022. – С. 1-12.
4. Wang K., Xie R., Ming B., Hou P., Xue J., Li S. Review of combine harvester losses for maize and influencing factors // International Journal of Agricultural and Biological Engineering. – 2021. – Т. 14. – №. 1. – С. 1-10.
5. Alexandrov A.A., Dolmatov S.N. Factors reducing the effectiveness of the use of modern logging machines // Forest and chemical complexes-problems and solutions. – 2021. – pp. 120-123.
6. Petukhov I., Steshina L., Glazyrin A. Application of virtual reality technologies in training of man-machine system operators // International Conference on Information Science and Communications Technologies, ICISCT 2017. – 2017. – С. 1-7.
7. Mikhailova N.A., Nikolaev A.Yu., Noskova O.G. Ergonomic support for the design and implementation of a railway driver's wakefulness monitoring device // National Psychological Journal. – 2021. – №. 3 (43). – pp. 87-95.
8. Kulkarni P.V., Manu N., Sadaf M., Khan S. Automatic Engine Locking System for Drunken Driving // ICDSMLA 2020. – Springer, Singapore, 2022. – С. 1113-1121.
9. Petukhov I.V., Steshina L.A., Tanryverdiev I.O. Distributed control and information output system for automation of continuous technological processes in real time // Bulletin of the Mari State Technical University. Series: Radio engineering and infocommunication systems. – 2009. – № 1 (5). – С. 72-80.

© Стешина Л.А., Таран А.В., Черных Д.М., 2022 Научный сетевой журнал «Столыпинский вестник» №10/2022

Для цитирования: Стешина Л.А., Таран А.В., Черных Д.М. СИСТЕМА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА ОПЕРАТОРА ЛЕСНЫХ МАШИН // Научный сетевой журнал «Столыпинский вестник» №10/2022