

6. INNOPHYS CO.,LTD. All Rights Reserved  
<https://innophys.jp/en/product>. Дата доступа 28.09.2022, 20:14.

**Abstract.** The article discusses the classification, development and application of exoskeletons in agricultural production, which will reduce the burden on workers and increase labor productivity.

УДК 337.32:54

**Мисун А.Л.; Данцевич И.И.; Ильных Н.А.**

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь*

## **К ВОПРОСУ БЕЗОПАСНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ «ЧЕЛОВЕК-МАШИНА» НА УБОРКЕ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР**

**Аннотация.** *В статье рассмотрены направления по повышению безопасности труда системы «человек-машина».*

Как любые факторы производственной обстановки, так и любые целесообразные действия персонала в трудовом процессе становятся опасными для работника только в определенной взаимосвязи в рамках опасной производственной ситуации. Функционирование уборочно-транспортного процесса кормоуборки с позиции теории вероятностей можно рассматривать как последовательность наступающих поочередно одно за другим в случайные моменты времени таких событий (технологических операций) как скашивание растительной массы, ее измельчение с одновременной погрузкой в транспортное средство и отвозкой массы к месту хранения, то есть как поток событий и отказов, возникаемых в процессе выполнения технологических операций в течении рабочего дня по причинам «оператора», «комбайна», производственной «среды», «транспорта».

Рассматривая этот поток событий как «простейший», необходимо отметить следующее. Свойство стационарности для этого потока событий с определенной долей приближения можно

считать приемлемым. Плотность потока отказов принимается постоянной. Также при возникновении «отказа» и как следствие остановки комбайна, например, по причине технологического отказа, мы можем констатировать, что появление этого события не зависит от того какие отказы возникали раньше или возникнут в будущем, а также от их количества. К этому следует добавить, что представляя уборочно-транспортный процесс кормоуборки как функционирование технологической системы «оператор-комбайн-производственная среда-транспорт», состояния которой изменяются под воздействием простейшего потока событий, можно считать, что мы имеем дело с «марковским процессом»: соблюдается одно из основных требований, характерных для такого процесса – для любого момента времени  $t_0$  вероятности всех состояний системы в будущем ( $t > t_0$ ) зависят только от состояния системы в настоящем ( $t = t_0$ ) и не зависят от ее поведения до этого момента ( $t < t_0$ ) (отсутствие последствия). Практически это свойство означает, что дальнейшее состояние процесса не зависит от его состояния в прошлом, потому что события, под влиянием которых система меняет свои состояния, появляются в случайные моменты времени независимо друг от друга.

Следует также подчеркнуть, что марковские процессы, протекающие в системе с дискретными состояниями и непрерывным временем характеризуются вероятностями состояний  $P_i(t)$  в любой момент времени  $t$ . Для наглядной иллюстрации таких процессов используют теорию графов, согласно которой обозначается состояние системы и возможные переходы из одного состояния в другое. Также следует отметить, что наиболее важной операцией уборочно-транспортного процесса уборки кормовых культур является непосредственное комбайнирование. Транспортная же операция служит вспомогательной. Однако без нее основная технологическая операция становится невозможной: при «отказе» компоненты «транспорт» система переходит в неработоспособное состояние.

Анализ безопасности функционирования системы «человек-машина» позволил выделить три основные функции оператора мобильной сельскохозяйственной техники. Это обработка информации, принятие решения и управление (действия). Такой подход позволяет оператору предупреждать возникновение

аварийной ситуации, правильно выделять из множества различных отклонений наиболее существенные, безопасно и с наименьшими затратами времени выполнять управленческие воздействия на изменения в технологическом процессе. Следует также отметить, что залогом успешной работы оператора МСХТ [1] служит доскональное знание технологического процесса, требований производственной эксплуатации технического средства и техники безопасности, то есть все то, что характеризует профессиональную подготовку. Анализ ранее проведенных исследований показал, что зависимость для определения уровня профессиональной подготовки оператора МСХТ ( $Y_{п.п.}$ ) должна обладать следующими характеристиками: число параметров минимально, точность – достаточная, формула – удобная для пользования. В результате была принята зависимость мультипликативного вида:

$$Y_{п.п.}(P_v, \tau) = a \cdot e^{b \cdot \tau} \cdot P_v^c, \quad (1)$$

где  $P_v$  – уровень способностей оператора МСХТ выполнять управленческие воздействия на изменения в технологическом процессе.

$\tau$  – показатель оперативности выполнения управленческих воздействий (рассчитывается как отношение фактического времени на устранение воздействий (отказа техники) ко времени установленному согласно укрупненным нормативам времени на ремонт сельскохозяйственной техники);

$a, b, c$  – параметры зависимости.

Обосновать пределы изменения факторов  $\nu$  и  $\tau$ , определить значения параметров ( $a, b, c$ ), получить зависимость для оценки профессиональной подготовки оператора кормоуборочного комбайна к безопасному управлению технологическим процессом кормоуборки. Так, значение  $\nu$  определялось согласно теста механической понятливости оператора (теста Беннета), ориентированного на выявление технических способностей испытуемых [2]. Установлен следующий диапазон варьирования этого фактора:  $\nu$  изменялся от 0,42 (низкий уровень развития общетехнических способностей) до 1,0 (очень высокий). Значения фактора  $\tau$  – доли эффективного времени затрачиваемого

оператором на управленческое воздействие и определяемого как отношение фактического времени, затрачиваемого оператором на управленческие воздействия, к нормативному времени, необходимому для обеспечения безопасного управления кормоуборочным комбайном, изменялось в диапазоне 1,0 до 1,5. Значения параметров  $a$ ,  $b$ ,  $c$  (формула 1) определяли с учетом принятых ограничений: ( $U_{п.п.} = 1,0$ ,  $P_v = 1,0$ ,  $\tau = 1,0$ ;  $U_{п.п.} = 0,7$ ,  $P_v = 0,5$ ,  $\tau = 1,0$ ;  $U_{п.п.} = 0,35$ ,  $P_v = 0,42$ ,  $\tau = 1,5$ ). Проведя соответствующие вычисления, нами получено зависимость для определения профессиональной подготовки оператора МСХТ оперативно выполнять управленческие воздействия на изменения в технологическом процессе ( $U_{п.п.}$ ):

$$U_{п.п.} = 3,344 \cdot e^{-1,206\tau} \cdot P_v^{0,515}. \quad (2)$$

Результаты проведенных исследований позволяют констатировать следующее:

– уровень безопасности труда на мобильной сельскохозяйственной технике различной конструкции, но одного назначения, можно сравнить, используя коэффициент удельной травмоопасности определяемый отношением числа опасных ситуаций на единицу выполненной за смену работы.

– безопасность труда оператора мобильной сельскохозяйственной техники (МСХТ) при выполнении им производственного задания рациональнее оценивать по вероятности отсутствия опасной ситуации в любой выбранный момент рабочего времени, то есть по вероятности безопасной работы.

При этом следует отметить, что оценка травмобезопасности осуществляемая в ходе аттестации рабочих мест по условиям труда имеет ряд недостатков: отсутствует оценка эффективности средств обеспечения безопасности и риска травмирования, производимая оценка является качественной (формальной), что затрудняет в последующем ранжирование результатов оценки.

#### Список использованных источников

1. Аверьянов, Ю.И. Повышение безопасности человека-оператора при управлении мобильными сельскохозяйственными

машинами / Ю.И. Аверьянов, К.В. Глемба, С.Ю. Попов // Вестник Челяб. гос. аграрного ун-та. – 2002. – Т. 37. – С. 101–104.

2. Мисун, Л.В. Профессиональная успешность и безопасность операторов мобильной сельскохозяйственной техники: психофизиологический отбор и прогнозирование / Л.В. Мисун, А.Н. Гурина. – Минск: БГАТУ, 2013. – 184 с.

УДК 337.32:54

**Мисун А.Л.; Данцевич И.И.; Ильиных Н.А.**

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь*

## **ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ РАБОТ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

***Аннотация.** В статье рассмотрены направления улучшения условий и повышения безопасности труда оператора при управлении транспортным средством сельскохозяйственного назначения.*

В условиях сельскохозяйственного производства такие работы как перевозка убранной с полей растительной массы, а также сыпучих материалов, строительных грузов и др. выполняются транспортными средствами сельскохозяйственного назначения (ТССХН). Преимущество такой техники (автомобилей МАЗ-4570, ЗИЛ-ММЗ-554, ГАЗ-3307, ГАЗ-3309, ГАЗ-С41R33 и др.) заключается в ее высокой маневренности и производительности. Следует однако отметить, что увеличение их выпуска и улучшение эксплуатационных свойств приводят к повышению скорости и интенсивности движения, плотности транспортных потоков, увеличению числа водителей вообще и имеющих малый опыт вождения ТССХН в том числе. Определенное влияние на безопасность движения оказывают все еще недостаточные темпы развития опорной сети магистральных автомобильных дорог. В результате этого усложняются условия дорожного движения, повышается аварий-