

ISSN 1817-7204(print)

УДК [631.158:658.345]:629.366.014.2-76(476)

Поступила в редакцию 09.03.2017

Received 09.03.2017

В. В. Азаренко¹, А. Л. Мисун², А. Л. Мисун²¹*Президиум Национальной академии наук Беларуси, Минск, Беларусь*²*Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск, Беларусь*

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ ОЦЕНКИ И УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ РИСКОМ В РАСТЕНИЕВОДЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ АПК БЕЛАРУСИ

Наиболее травмоопасной отраслью в сельскохозяйственном производстве является растениеводство. При этом большинство случаев производственного травматизма связано с выполнением работ по технологической настройке сельскохозяйственной техники и устранению ее отказов. Цель работы – разработка научно-методического обеспечения оценки и управления производственным риском для повышения безопасности ведения работ в растениеводческой отрасли АПК Беларуси. Предложены методики оценки производственного риска в растениеводческой отрасли АПК, которые позволяют прогнозировать риск травмирования оператора мобильно сельскохозяйственной техники и учитывают приспособленность технических средств к выполнению технологического процесса и регулировок в условиях изменяющихся параметров состояния производственной среды, а также определять как качественные, так и количественные оценки профессиональной подготовки оператора, травмоопасности технического средства при восстановлении его работоспособности, а также условий труда. Разработаны алгоритмы и программное обеспечение, которые позволяют прогнозировать уровень опасности производственного риска и определять показатели безопасности труда оператора МСХТ. Результаты исследования рекомендуются агропредприятиям для разработки мер по совершенствованию системы управления охраной труда в части планирования мероприятий по снижению неприемлемого уровня производственного риска при возделывании сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: безопасность труда, производственный риск, оператор мобильной сельскохозяйственной техники, производственная среда, травмоопасность технического средства

V. V. Azarenko¹, A. L. Misun², A. L. Misun²¹*Presidium of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus*²*Belarusian State Agrarian Technical University, Minsk, Belarus*

METHODOLOGICAL APPROACHES TO ASSESSMENT AND MANAGEMENT OF MANUFACTURING RISK IN THE PLANT-GROWING SECTOR OF THE AIC

The most traumatic sector in agricultural production is plant-growing. At the same time, the majority of cases of industrial injuries are associated with the performance of work on technological adjustment of agricultural machinery and failure prevention and maintenance. The purpose of the work is development of scientific and methodological support for assessment and management of production risk to improve safety of works in plant-growing sector of AIC in Belarus. The methods of industrial risk assessment in plant-growing sector of the AIC are proposed, which allow to predict risk of injury to the operator of mobile agricultural machinery and take into account adaptability of technical means to performance of technological process and adjustments in conditions of changing parameters of production environment, and also to determine both qualitative and quantitative assessments of vocational training of an operator, traumatic hazard of the technical means when maintaining it, as well as working conditions. Algorithms and software have been developed allowing to predict industrial risk level and to determine the occupational safety indicators of mobile agricultural machinery operator. The results of the research are recommended for agricultural enterprises for development of measures to improve occupational safety management system in terms of planning actions aimed on reduction of unacceptable level of industrial risk during agricultural crops cultivation.

Keywords: occupational safety, industrial risk, operator of mobile agricultural machinery, production environment, traumatic hazard of machinery

Улучшение условий и охраны труда, сохранение жизни и здоровья работающих были и остаются одним из приоритетных направлений социально-экономической политики Республики Беларусь. Полное исключение из процесса труда формирования неблагоприятных для здоровья факторов не всегда возможно даже в тех производствах, где внедрены передовая технология, высокая культура производства и качественное медицинское обслуживание. Это касается

и сельскохозяйственного производства, где из года в год средние значения коэффициентов частоты и тяжести несчастных случаев на объектах АПК остаются довольно высокими [1]. При этом наиболее травмоопасной его отраслью является растениеводство (плюс переработка сельскохозяйственной продукции), наибольшее число пострадавших с тяжелым исходом относится к операторам МСХТ [2], подавляющее число случаев их производственного травматизма связано с выполнением работ по технологической настройке сельскохозяйственной техники и устранению ее отказов. Сложившаяся ситуация во многом объясняется недостаточной приспособленностью техники – удобством, доступностью и безопасностью для выполнения этих работ в условиях как постоянного присутствия на рабочем месте операторов МСХТ опасных производственных факторов (подвижных частей оборудования, острых кромок и заусениц на поверхностях технического средства, проведением регулировочных работ на значительной высоте относительно поверхности земли и др.), так и изменяющихся параметров состояния производственной среды. Поэтому при идентификации производственных факторов для оценки производственного риска в растениеводческой отрасли АПК должны приниматься во внимание все опасности, которые вызываются оборудованием и материалами, используемыми в технологическом процессе, его особенностями, состоянием производственной среды, уровнем организации охраны труда [3].

Значительный вклад в развитие теории рисков, изучение количественной их оценки внесли В. М. Гранатуров, Э. П. Головач, Ю. В. Булавко, Н. В. Хохлов и др. [4–12]. Однако разработанные методы и методики оценки производственного риска не позволяют в полной мере решать задачи охраны труда операторов МСХТ, так как в них не учитывается влияние комплексного воздействия условий труда и состояния производственной среды агропроизводства, применяемые методы количественной оценки характеризуются неопределенностью, а используемые информативные признаки, получаемые при идентификации опасности условий труда операторов МСХТ, носят нечеткий характер [13–15].

Цель работы – разработать научно-методическое обеспечение оценки и управления производственным риском для повышения безопасности ведения работ в растениеводческой отрасли АПК Беларуси.

Проблема оценки производственного риска приобрела особую значимость и актуальность в связи с принятием Закона Республики Беларусь «Об охране труда»¹, предусматривающего обязанности работодателя по обеспечению оценки производственных рисков и мер по их управлению. Применительно к рабочему месту оператора МСХТ это требует разработки новых научно-методических подходов по выявлению «адресности» факторов риска, роли и места каждого из них, что позволило бы целенаправленно прогнозировать развитие рискогенных ситуаций, своевременно разрабатывать меры по снижению последствий их влияния.

Согласно предлагаемой методике – оценки производственного риска, на начальном этапе предусматривается отбор кандидатов в эксперты – операторов МСХТ и их тестирование. Выбор тестов для оценки профессионально значимых качеств, необходимых оператору МСХТ для определения ее приспособленности к технологическим регулировкам, предполагает непосредственное изучение таких его качеств, как технический интеллект, ответственность и эмоциональная устойчивость [16]. При подборе тестов (табл. 1) необходимо учитывать ряд требований, главными из которых является валидность теста, его надежность и дифференцированность [3]. Для выбора экспертов из числа операторов МСХТ, оценивающих приспособленность техники к технологическим регулировкам, рекомендуется использовать знаковый статистический метод – непараметрический подход для анализа статистических данных (результатов тестирования предполагаемых экспертов), когда закон распределения неизвестен и выводы основываются не на самих данных, а на знаках определенных функций от них. При использовании этого метода сначала подсчитывается количество экспертов, у которых результаты снизились, сравнивают его с тем количеством, которое можно было ожидать на основе случайности [16]. Затем определяется разница между этими двумя значениями, для оценки ее достоверности результаты, свидетельствующие о повышении эффективности, берутся со знаком «+», о снижении – со знаком «-», отсутствие разницы не учитывается.

¹ Закон Республики Беларусь об охране труда, 23 июня 2008 г., №356-З : в ред. Закона Респ. Беларусь от 12.07.2013, №61-З // Консультант Плюс. Беларусь / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2016.

Т а б л и ц а 1. Тесты для оценки профессионально значимых качеств оператора МСХТ

T a b l e 1. Tests for estimating professionally significant qualities of MSHT operator

Профессионально-значимые качества	Свойства	Мотивация значимости	Тесты
Технический интеллект	Уровень развития интеллекта	Необходимость понимания технологического процесса, устройства и принципа работы технических средств	Тест механической понятливости «Беннета»
Ответственность (надежность в работе)	Нормативность поведения, деловая направленность	Высокая ответственность за безопасность других людей и материальные ценности	Тест «Кэттела»
Эмоциональная устойчивость	Выдержанность, отсутствие нервного утомления	Высокая напряженность труда	Тест «Айзенка»

Для управления производственным риском в технологических процессах сельскохозяйственного производства, снижения неприемлемого его уровня предлагаемая методика в отличие от известных позволяет проводить как качественную, так и количественную оценку профессиональной подготовки оператора МСХТ, травмоопасности технического средства и условий труда.

Тестирование экспертов проводится в соответствии с подобранными тестами анонимно и на добровольной основе. Результаты тестирования приводятся к нормализованному виду:

$$X_{ij}^u = \frac{B_{ij}^u}{B_{\max ij}^u}, \quad (1)$$

где X_{ij}^u – нормализованная оценка по i -му тесту j -го эксперта; B_{ij}^u – количество правильных ответов j -го испытуемого на вопросы по i -му тесту; $B_{\max ij}^u$ – максимально возможное количество правильных ответов на вопросы теста ($B_{\max}^u = 70$ для теста «Беннета»; $B_{\max}^u = 12$ для теста «Кэттела», $B_{\max}^u = 25$ для теста «Айзенка»).

Таким образом, в качестве экспертов отбираются кандидаты, показавшие профессиональную компетентность.

На следующем этапе методики проводится экспертная оценка показателей удобства, доступности и безопасности выполнения технологических регулировок МСХТ². Для этого рекомендуется оценочная шкала от 1 до 5 баллов: 5 баллов – высокая приспособленность технического средства к проведению регулировок, а 1 балл – крайне низкая приспособленность регулировки рабочего органа для безопасного и эффективного выполнения механизированных работ. Для количественной оценки показателей регулировки учитывается наличие пространства, положение тела и рук оператора МСХТ в ходе ее выполнения [17].

Обработка результатов экспертной оценки приспособленности МСХТ к безопасному выполнению технологических регулировок проводится следующим образом:

– определяются внутригрупповые дисперсии оценки удобства, доступности и безопасности регулировок:

$$\sigma_i^2 = \frac{\sum X_i^2}{n} - \left(\frac{\sum X_i}{n} \right)^2, \quad (2)$$

где $\sum X_i$ сумма выставленных экспертом баллов за удобство, доступность, безопасность регулировки технического средства соответственно; n – количество оцененных регулировок;

– рассчитывается среднее значение внутригрупповых дисперсий:

$$\bar{\sigma}^2 = \frac{\sum \sigma_i^2}{m}$$

(m – количество экспертов);

² ГОСТ 26026-83. Машины и тракторы сельскохозяйственные и лесные. Методы оценки приспособленности к техническому обслуживанию. – М. : Изд-во стандартов, 1985. – 10 с.

– определяются общая (σ_p^2) и межгрупповая (σ^2) дисперсии:

$$\sigma_{\text{общ}}^2 = \frac{\sum X_i^2}{mn} - \left(\frac{\sum X_i}{mn} \right)^2; \quad (3)$$

$$\sigma^2 = \sigma_{\text{общ}}^2 - \bar{\sigma}^2; \quad (4)$$

– рассчитываются эмпирические значения коэффициента детерминации (η^2) и корреляционного соотношения (η):

$$\eta^2 = \frac{\sigma^2}{\sigma_{\text{общ}}^2} \cdot 100\%; \quad (5)$$

$$\eta = \sqrt{\frac{\eta^2}{100}}; \quad (6)$$

– определяются внутригрупповые дисперсии, зависящие от вида регулировок ($\sigma_{i_p}^2$):

$$\sigma_{i_p}^2 = \frac{\sum X_{i_p}^2}{m} - \left(\frac{\sum X_{i_p}}{m} \right)^2, \quad (7)$$

где $\sum X_{i_p}$ – сумма баллов, выставленных регулировкам при оценке приспособленности технического средства к таким работам;

– рассчитывается среднее значение из внутригрупповых дисперсий, зависящих от вида регулировок ($\bar{\sigma}_p^2$):

$$\bar{\sigma}^2 = \frac{\sum \sigma_{i_p}^2}{n}. \quad (8)$$

Проведение последующего этапа связано с расчетом на основании выставленных экспертами оценок показателя приспособленности технического средства к технологической регулировке [18]:

$$K_{\Pi_{ik}} = \frac{15,3S_{ik}^l - 17,4S_{ik}^m - S_{ik}^m}{176t}, \quad (9)$$

где $K_{\Pi_{ik}}$ – показатель приспособленности k -го технического средства к i -й технологической регулировке; S_{ik} – сумма баллов экспертной оценки показателей удобства, доступности и безопасности i -й регулировки k -го технического средства; S_{ik}^l , S_{ik}^m – сумма квадратов и кубов баллов, выставленных экспертами за удобство, доступность и безопасность проведения i -й регулировки k -го технического средства соответственно; t – число показателей приспособленности i -й регулировки k -го технического средства.

С учетом полученного значения $K_{\Pi_{ik}}$ рассчитывается показатель производственного риска при выполнении i -й технологической регулировки k -го технического средства ($P_{R_{ik}}$) в условиях изменяющегося состояния производственной среды [18]:

$$P_{R_{ik}} = [1 - (1,5K_{\Pi_{ik}} - 0,5K_{\Pi_{ik}}^2)]p_{ik}K_{\text{п.с}}, \quad (10)$$

где p_{ik} – статистическая вероятность выполнения за смену i -й регулировки k -го технического средства; $K_{\text{п.с}}$ – коэффициент, учитывающий влияние изменения состояния параметра производственной среды на показатель травматизма оператора МСХТ при выполнении i -й регулировки k -го технического средства.

Выработку корректирующих действий по снижению неприемлемого уровня производственного риска рекомендуется осуществлять посредством моделирования технологического процесса с учетом уточненного показателя приспособленности технического средства к безопасному выполнению технологических регулировок (рис. 1), интенсивности их выполнения и изменения состояния производственной среды (табл. 2). Установлено, что даже при «хорошей приспособленности» технического средства к технологическим регулировкам ($K_{\Pi_{т.с}} = 0,8$), но двухкратном (от 15 до 30 раз) увеличении изменения состояния параметра производственной среды показатель травмирования оператора МСХТ возрастает в 1,15 раза.

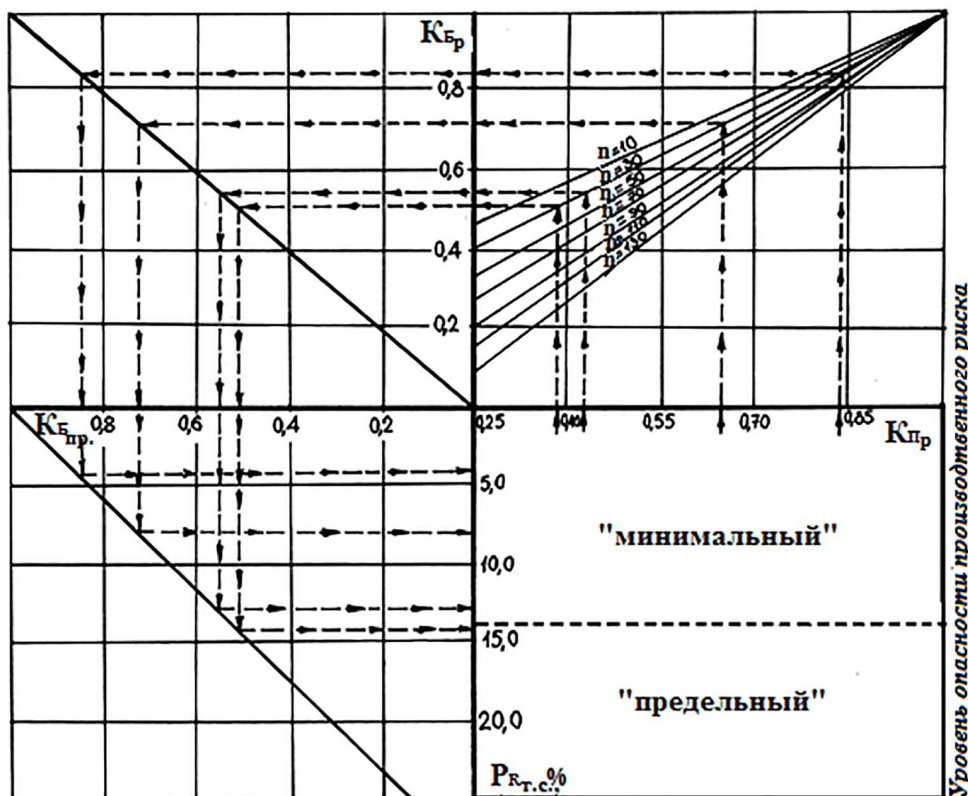


Рис. 1. Номограмма для определения уровня опасности производственного риска с учетом интенсивности выполнения технологических регулировок

Fig. 1 Nomograph for determination of production risk hazard level taking into account intensity of engineering adjustments

Т а б л и ц а 2. Показатель травмирования оператора МСХТ при выполнении технологических регулировок с учетом изменения состояния параметра производственной среды, %

Table 2. Injury indicator of MSHT operator when performing technological adjustments taking into account the change of production environment parameter state, %

Показатель	Количество изменений за смену параметра состояния производственной среды, разы					
	5	10	15	20	25	30
$K_{П_т.с} = 0,4$	12,10	12,60	13,10	13,60	14,20*	14,80*
$K_{П_т.с} = 0,6$	8,45	8,60	8,80	9,00	9,30	9,60
$K_{П_т.с} = 0,8$	3,34	3,38	3,48	3,63	3,80	4,00

*Уровень опасности производственного риска.

Предугадать сценарий и результат безопасного производства не всегда предоставляется возможным в силу множества неопределенностей человеческой, организационно-технической, экономической и социальной направленности. Принятие решения и управление безопасностью труда в таких случаях связано с вероятностной определенностью, т.е. с понятием риска, от особенностей которого во многом зависят применяемые методы оценки и управления риском, при этом существование остаточного риска обуславливается невозможностью с абсолютной точностью прогнозировать будущее. В то же время риск имеет место только по отношению к будущему и неразрывно связан с прогнозированием и планированием, а значит и с принятием решений вообще³. Все это позволяет констатировать, что применение теории риска к системе управления

³ Лопатников, Л. И. Экономико-математический словарь : словарь соврем. экон. науки / Л. И. Лопатников. – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Дело, 2003. – 520 с.

охраной труда (СУОТ) является логически обоснованным. Кроме того, управление риском подразумевает реализацию последовательных действий⁴, начиная со сбора предварительной информации об объекте исследования и заканчивая повторной оценкой после реализации выработанных корректирующих действий (рис. 2).

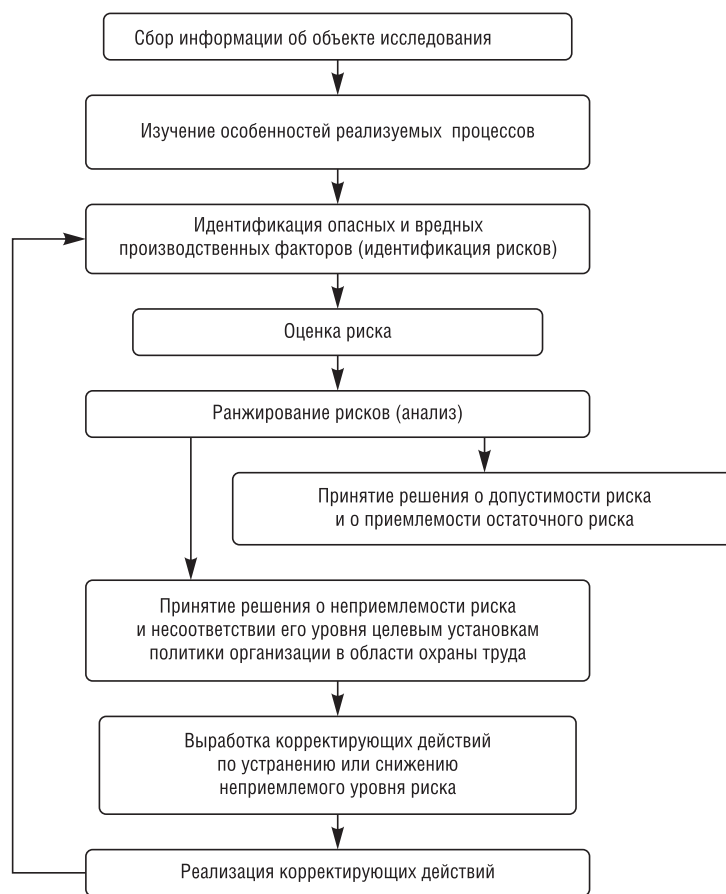


Рис. 2. Управление рисками в области безопасности труда [19]

Fig. 2. Risk management in the field of occupational safety [19]

Для снижения неприемлемого производственного риска, повышения безопасности и эффективности функционирования системы «человек – машина» на примере кормоуборочных комбайнов предлагается разработанная методика, в основу которой положены результаты аналитических исследований. Так, установлено, что наиболее существенными факторами, влияющими на безопасность труда оператора МСХТ, является уровень профессиональной его подготовки, травмоопасность технического средства, а также условия труда на рабочем месте [20]. А учитывая, что безотказно работающих машин и механизмов практически не существует, то при возникновении отказа в работе любой МСХТ необходимо немедленное вмешательство оператора МСХТ, выполнение им функций управления. Анализ безопасности функционирования, например, системы «человек – машина», на заготовке кормов 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 безопасной работы оператора МСХТ служит доскональное знание технологического процесса, требований производственной эксплуатации технического средства и техники безопасности, т.е. все то, что характеризует профессиональную подготовку [20].

⁴ BS 8800:2004. Occupational health and safety management systems. – British Standards Institution (BSI), 2004. – 76 p.

Результаты исследований показали, что уровень профессиональной подготовки ($Y_{п.п}$) оказывает непосредственное влияние на работу кормоуборочной техники (около 10 % отказов приходится по причине «оператор»), а распределение статистического ряда $Y_{п.п}$ (рис. 4) подчинено закону Бета.

Анализ методов оценки безопасности труда позволил установить, что наиболее приемлемым является определение количества возможных опасных ситуаций по вероятности нахождения работника в опасной производственной зоне при устранении отказов технических средств [21]. Положительными моментами такого подхода является четкое отражение состояния производственной безопасности системы «человек – машина» [22], а сбор и обработка необходимого для этого статистического материала не требует больших финансовых затрат.

Наибольшее время простоев на уборке кормовых культур приходится по причине «комбайн» – 19,3 % от продолжительности времени смены. При этом установлено: вероятность возникновения опасной производственной ситуации при эксплуатации отечественных комбайнов составляет 15,7 %, время нахождения оператора МСХТ в травмоопасной зоне при восстановлении работоспособности кормоуборочных комбайнов распределено (рис. 5) по экспоненциальному закону (с параметром $\mu = 0,646$), средняя продолжительность нахождения в травмоопасной зоне для устранения отказов комбайна составляет 1,77 ч. Ущерб от простоя кормоуборочного комбайна, обусловленный в том числе и от недоиспользования труда комбайнера, равен 111,6 руб/ч.

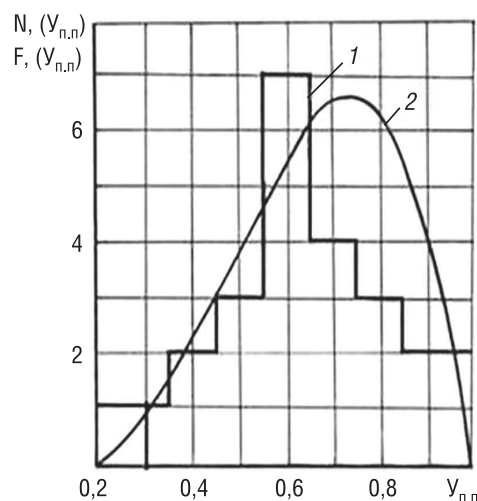


Рис. 4. Гистограмма (1), функция распределения (2) уровня профессиональной подготовки операторов МСХТ

Fig. 3. Histogram (1), distribution function (2) of MSHT operators' professional qualification level

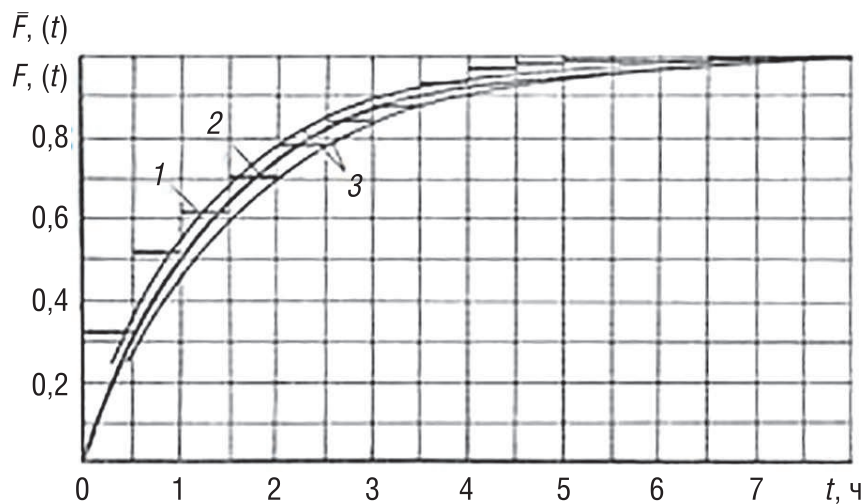


Рис. 5. Гистограмма (1), функция распределения (2) и доверительные границы (3) времени нахождения оператора МСХТ в травмоопасной зоне при восстановлении работоспособности кормоуборочных комбайнов [20]

Fig. 4. Histogram (1), distribution function (2) and confidence limits (3) of MSHT operator's time spent in traumatic zone when fixing a forage harvester [20]

Влияние рассматриваемых факторов на безопасность труда операторов МСХТ изучали с учетом рандомизации по стажу работы операторов МСХТ и их возрасту, которые находились в интервалах 3–30 года и 19–50 лет соответственно. В качестве параметра оптимизации Y был выбран параметр, характеризующий безопасность труда оператора, который определялся как среднее арифметическое экспертных оценок. При субъективной оценке эксперты учитывали

технический интеллект оператора, производственные показатели, дисциплину труда, число нарушений разного вида за последние 2–3 года.

Заклучение. Разработанные методические подходы оценки и управления производственным риском в растениеводческой отрасли АПК Беларуси позволяют прогнозировать риск травмирования оператора МСХТ с учетом приспособленности технических средств к выполнению технологического процесса в условиях изменяющихся параметров состояния производственной среды, а также определять как качественные, так и количественные показатели профессиональной подготовки оператора, травмоопасности технического средства при восстановлении его работоспособности и условий труда, которые рекомендуются агропредприятиям для разработки мер по совершенствованию системы управления охраной труда (СТБ 18 001–2009) в части планирования мероприятий по оценке и управлению производственными рисками. Установлено, что уровень профессиональной подготовки оператора МСХТ оказывает непосредственное влияние на работу технологической системы кормоуборки (около 10 % отказов приходится по причине «оператор»). Наибольшее время простоев на уборке кормовых культур приходится по причине «комбайн» – 19,3 % от рабочего времени; средняя продолжительность нахождения оператора МСХТ в травмоопасной зоне для устранения отказов комбайна составляет 1,77 ч, рассчитан ущерб простоя кормоуборочного комбайна, в том числе и от недоиспользования труда комбайнера.

Список использованных источников

1. Организационно-технические мероприятия для повышения безопасности и улучшения условий труда операторов мобильной сельскохозяйственной техники / Л. В. Мисун [и др.] ; Беларус. гос. аграр. техн. ун-т. – Минск : БГАТУ, 2012. – 192 с.
2. Исследование безопасности функционирования системы «оператор–машина–среда» в агропроизводстве / Л. В. Мисун [и др.] // Агропанорама. – 2012. – №2. – С. 32–35.
3. Мисун, Л. В. Профессиональный отбор операторов мобильной сельскохозяйственной техники как метод предупреждения производственного травматизма в АПК / Л. В. Мисун [и др.] // Агропанорама. – 2011. – №5. – С. 45–48.
4. Гранатуров, В. М. Экономический риск: сущность, методы измерения, пути снижения / В. М. Гранатуров. – М. : Дело и сервис, 1999. – 112 с.
5. Головач, Э. П. Управление устойчивостью и рисками в производственных системах / Э. П. Головач, А. И. Рубахов. – Брест : Брест. гос. техн. ун-т, 2001. – 273 с.
6. Хохлов, Н. В. Управление риском / Н. В. Хохлов. – М. : ЮНИТИ, 1999. – 239 с.
7. Буянов, В. П. Рискология / В. П. Буянов, К. А. Кирсанов, Л. А. Михайлов. – М. : Экзамен, 2002. – 382 с.
8. Вихров, А. И. Радиационный риск в проблеме обеспечения безопасности / А. И. Вихров, В. Г. Семенов // Мед. радиология и радиац. безопасность. – 2001. – Т. 46, №3. – С. 5–16.
9. Ласкавнев, В. П. Управление охраной труда в свете требований международных стандартов / В. П. Ласкавнев // Охрана труда и соц. защита. – 2005. – №5. – С. 4–9.
10. Рымкевич, В. В. Экономическая теория рисков / В. В. Рымкевич. – Минск : БГЭУ, 2001. – 207 с.
11. Шамешев, С. Н. Экономические механизмы управления рисками в техногенной сфере / С. Н. Шамешев // Гражд. защита. – 2007. – №5. – С. 44–45.
12. Булавка, Ю. А. Анализ производственного травматизма на нефтеперерабатывающем предприятии / Ю. А. Булавка // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. В, Пром-сть. Приклад. науки. – 2011. – №3. – С. 130–137.
13. Роик, В. Д. Профессиональный риск: оценка и управление / В. Д. Роик. – М. : Анкил, 2004. – 222 с.
14. Воробьев, Ю. Основные направления государственной стратегии управления рисками на пороге XXI века / Ю. Воробьев // Гражд. защита. – 2001. – №6. – С. 28–33.
15. Асаенок, И. С. Совершенствование системы управления безопасностью труда на химически опасных объектах / И. С. Асаенок, Е. Е. Кученева // Вестн. Беларус.-Рос. ун-та. – 2009. – №2 (23). – С. 177–186.
16. Мисун, Л. В. Профессиональная успешность и безопасность операторов мобильной сельскохозяйственной техники: психофизиологический отбор и прогнозирование / Л. В. Мисун, А. Н. Гурина ; Беларус. гос. аграр. техн. ун-т. – Минск : БГАТУ, 2013. – 172 с.
17. Азаренко, В. В. Научно-методическое обеспечение исследований безопасности управления технологическими операциями на клюквенном чеке / В. В. Азаренко, А. Л. Мисун, А. Ю. Ларичев // Механизация и электрификация сельского хозяйства : межведомств. темат. сб. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по механизации сел. хоз-ва. – Минск, 2015. – Вып. 49. – С. 262–273.
18. Мисун, А. Л. Управление уровнем профессиональных рисков в промышленном выращивании клюквы / А. Л. Мисун // Механизация и электрификация сельского хозяйства : межведомств. темат. сб. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по механизации сел. хоз-ва. – Минск, 2016. – Вып. 50. – С. 128–134.
19. Макаров, П. В. Экспертные методы количественной оценки условий труда как одна из основ системы менеджмента безопасности и гигиены труда / П. В. Макаров // Актуальные проблемы охраны труда: управление профес-

сиональными рисками: материалы междунар. науч.-практ. конф., Пермь, 13–14 нояб. 2007 г. / Ин-т безопасности труда, пр-ва и человека, Перм. гос. техн. ун-т ; под ред. Г.З. Файнбурга. – Пермь, 2007. – С. 162–167.

20. Мисун, А.Л. Прогнозируемая травмоопасность при восстановлении работоспособности кормоуборочных комбайнов / А.Л. Мисун // Вестн. Полоцк. гос. ун-та. Сер. В, Пром-сть. Приклад. науки. – 2016. – № 3. – С. 179–184.

21. Азаренко, В.В. Анализ методов оценки и направления повышения безопасности труда на уборке кормовых культур / В.В. Азаренко, А.Л. Мисун, А.П. Утенков // Актуальные вопросы инновационного развития агропромышленного комплекса : материалы Междунар. науч.-практ. конф., 28–29 янв. 2016 г., г. Курск / Курск. гос. с.-х. акад. ; редкол.: В.А. Семькин [и др.]. – Курск, 2016. – Ч. 2. – С. 265–268.

22. Агейчик, В.А. Улучшение условий и повышение безопасности труда оператора мобильной сельскохозяйственной техники / В.А. Агейчик, Ал-р Л. Мисун, Ал-й Л. Мисун // Агропанорама. – 2011. – № 1. – С. 44–48.

References

1. Misun L.V., Ageychik V.A., Misun A.L., Gurina A.N., Misun A.L. *Organizatsionno-tekhicheskie meropriyatiya dlya povysheniya bezopasnosti i uluchsheniya usloviy truda operatorov mobil'noy sel'skokhozyaystvennoy tekhniki* [Organizational and technical measures to improve safety and working conditions of operators of mobile agricultural machinery]. Minsk, BSATU, 2012. 192 p. (In Russian).

2. Misun L.V., Azarenko V.V., Ageychik V.A., Gurina A.N., Misun Al-y L., Misun Al-r L. *Issledovanie bezopasnosti funktsionirovaniya sistemy «operator– mashina–sreda» v agroproduktivost' [Research of safety of the system «Operator–equipment–environment» in the agricultural production branch]. Agropanorama [Agropanorama], 2012, no. 2, pp. 32–35. (In Russian).*

3. Misun L.V., Gurina A.N., Misun Al-y L., Misun Al-r L. *Professional'nyy otbor operatorov mobil'noy sel'skokhozyaystvennoy tekhniki kak metod preduprezhdeniya proizvodstvennogo travmatizma v APK [Professional selection of mobile agricultural machinery operators as a method of preventing workplace injuries in agro-industrial complex]. Agropanorama [Agropanorama], 2011, no. 5, pp. 45–48. (In Russian).*

4. Granaturov V.M. *Ekonomicheskiy risk: sushchnost', metody izmereniya, puti snizheniya* [Economic risk: essence, methods of measurement, ways of reduction]. Moscow, Delo i servis Publ., 1999. 112 p. (In Russian).

5. Golovach E.P. *Upravlenie ustoychivost'yu i riskami v proizvodstvennykh sistemakh* [Stability and risk management in production systems]. Brest, Brest State Technical University, 2001. 273 p. (In Russian).

6. Khokhlov N.V. *Upravlenie riskom* [Risk management]. Moscow, UNITI Publ., 1999. 239 p. (In Russian).

7. Buyanov V.P., Kirsanov K.A., Mikhaylov L.A. *Riskologiya* [Risk management]. Moscow, Ekzamen Publ., 2002. 382 p. (In Russian).

8. Vikhrov A.I., Semenov V.G. *Radiatsionnyy risk v probleme obespecheniya bezopasnosti* [Radiation risk in the problem of security]. *Meditsinskaya radiologiya i radiatsionnaya bezopasnost'* [Medical Radiology and Radiation Safety], 2001, vol. 46, no. 3, pp. 5–16. (In Russian).

9. Laskavnev V.P. *Upravlenie okhrany truda v svete trebovaniy mezhdunarodnykh standartov* [Management of labor protection in light of the requirements of international standards]. *Okhrana truda i sotsial'naya zashchita* [Labor protection and social protection], 2005, no. 5, pp. 4–9. (In Russian).

10. Rymkevich V.V. *Ekonomicheskaya teoriya riskov* [Economic risk theory]. Minsk, BSEU, 2001. 207 p. (In Russian).

11. Shameshev S.N. *Ekonomicheskie mekhanizmy upravleniya riskami v tekhnogennoy sfere* [Economic mechanisms of risk management in the technogenic sphere]. *Grazhdanskaya zashchita* [Civil Protection], 2007, no. 5, pp. 44–45. (In Russian).

12. Bulavka Yu.A. *Analiz proizvodstvennogo travmatizma na neftepererabatyvayushchem predpriyatii* [The analysis of industrial injuries at the oil refinery]. *Vestnik Polotskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya V. Promyshlennost'. Prikladnye nauki* [Vestnik of Polotsk State University. Series B. Industry. Applied Science]. 2011, no. 3, pp. 130–137. (In Russian).

13. Roik V.D. *Professional'nyy risk: otsenka i upravlenie* [Professional risk: assessment and management]. Moscow, Ankil Publ., 2004. 222 p. (In Russian).

14. Vorob'ev Yu. *Osnovnye napravleniya gosudarstvennoy strategii upravleniya riskami na poroge XXI veka* [The main directions of the state strategy of risk management on the threshold of the XXI century]. *Grazhdanskaya zashchita* [Civil Protection], 2001, no. 6, pp. 28–33. (In Russian).

15. Asaenok I.S., Kucheneva E.E. *Sovershenstvovanie sistemy upravleniya bezopasnost'yu truda na khimicheski opasnykh ob'ektakh* [Improvement of control system of labor safety on chemically dangerous objects]. *Vestnik Belorussko-Rossiyskogo universiteta* [Bulletin of the Belarusian-Russian University], 2009, no. 2, pp. 177–186. (In Russian).

16. Misun L.V., Gurina A.N. *Professional'naya uspeshnost' i bezopasnost' operatorov mobil'noy sel'skokhozyaystvennoy tekhniki: psikhofiziologicheskiy otbor i prognozirovanie* [Professional success and safety of mobile agricultural machinery operators: psychophysiological selection and forecast]. Minsk, BSATU, 2013. 172 p. (In Russian).

17. Azarenko V.V., Misun A.L., Larichev A.Yu. *Nauchno-metodicheskoe obespechenie issledovaniy bezopasnosti upravleniya tekhnologicheskimi operatsiyami na klyukvennom cheke* [Scientific and methodological support of studies of technological operations management safety on a cranberry check]. *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaystva : mezhdomstvennyy temacheskiiy sbornik* [Mechanization and electrification of agriculture: interagency thematic collection]. Minsk, 2015, no. 49, pp. 262–273. (In Russian).

18. Misun A.L. *Upravlenie urovnem professional'nykh riskov v promyshlennom vyrashchivani klyukvy* [Management of the level of professional risks in the industrial cultivation of cranberries]. *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyay-*

stva: mezhvedomstvennyy tematicheskiy sbornik [Mechanization and electrification of agriculture: interagency thematic collection]. Minsk, 2016, no. 50, pp. 128–134. (In Russian).

19. Makarov P.V. *Ekspertnye metody kolichestvennoy otsenki usloviy truda kak odna iz osnov sistemy menedzhmenta bezopasnosti i gigieny truda* [Expert methods of quantitative assessment of working conditions as one of the basis of the occupational safety and health management system]. *Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii "Aktual'nye problemy okhrany truda: upravlenie professional'nymi riskami"*, Perm', 13–14 noyabrya 2007 g. [Proceedings of the International Scientific and Practical Conference "Actual problems of labor protection: management of occupational risks", Perm, 13–14 November 2007]. Permian, 2007, pp. 162–167. (In Russian).

20. Misun A.L. *Prognoziruemaya travmopasnost' pri vosstanovlenii rabotosposobnosti kormouborochnykh kombaynov* [Predicted injury risk at maintenance of forage harvesters]. *Vestnik Polotskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya V. Promyshlennost'. Prikladnye nauki* [Bulletin of Polotsk State University. Series B. Industry. Applied Science], 2016, no. 3, pp. 179–184. (In Russian).

21. Azarenko V.V., Misun A.L., Utenkov A.P. *Analiz metodov otsenki i napravleniya povysheniya bezopasnosti truda na uborke kormovykh kul'tur* [Analysis of the methods of assessment and direction of the improvement of labor safety at fodder crops harvesting]. *Aktual'nye voprosy innovatsionnogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, 28–29 yanvarya 2016 g., g. Kursk* [Actual issues of innovative development of the agro-industrial complex: materials of the International Scientific and Practical Conference, January 28–29 2016, the city of Kursk]. Kursk, 2016, pt. 2, pp. 265–268. (In Russian).

22. Ageychik V.A., Misun Al-r L., Misun Al-y L. *Uluchshenie usloviy i povyshenie bezopasnosti truda operatora mobil'noy sel'skokhozyaystvennoy tekhniki* [Improvement of conditions and increase of labor safety of an agricultural machinery operator]. *Agropanorama* [Agropanorama], 2011, no. 1, pp. 44–48. (In Russian).

Информация об авторах

Азаренко Владимир Витальевич – член-корреспондент, доктор технических наук, доцент, академик-секретарь Отделения аграрных наук, Национальная академия наук Беларуси (пр. Независимости, 66, 220072 Минск, Республика Беларусь). E-mail: azarenko@presidiun.bas-net.by

Мисун Алексей Леонидович – аспирант, Белорусский государственный аграрный технический университет (99 пр. Независимости, 220023 Минск, Республика Беларусь). E-mail: llm_90@mail.ru

Мисун Александр Леонидович – аспирант, Белорусский государственный аграрный технический университет (99 пр. Независимости, 220023 Минск, Республика Беларусь). E-mail: llm_90@mail.ru

Для цитирования

Перспективы возделывания и переработки льна-долгунца в Республике Беларусь / И.А. Голуб // Вест. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2017. – №3. – С. 99–108.

Information about authors

Azarenko Vladimir V. – Corresponding Member, Ph.D. (Engineering), Associate Professor. Department of Agrarian Sciences, the National Academy of Sciences of Belarus (66, Nezavisimosti Ave., Minsk 220072, Republic of Belarus). E-mail: azarenko@presidiun.bas-net.by

Misun Aekseju L. – Postgraduate Student. Belarusian State Agrarian Technical University (99 Nezavisimosty Ave., Minsk 220124, Republic of Belarus). E-mail: llm_90@mail.ru

Misun Aleksandr L. – Postgraduate Student. Belarusian State Agrarian Technical University (99 Nezavisimosty Ave., Minsk 220124, Republic of Belarus). E-mail: llm_90@mail.ru

For citation

Azarenko V.V., Misun A.L., Misun A.L. Methodological approaches to assessment and management of manufacturing risk in the plant-growing sector of the AIC. *Vestsi Natsyyanal'nay akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk* [Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian series], 2017, no 3, pp. 99–108.