

– Технология – Ресурсосбережение: матер. VI Всерос. науч.-практ. конф. – Киров: Вятская ГСХА, 2013. – Вып. 14. – С. 71-73.

7. Курбанов Р.Ф., Халявина М.Л. Оценка экономической эффективности использования традиционной технологии возделывания и уборки ярового ячменя // Знания молодых – будущее России: матер. Междунар. студ. науч. конф. – Киров: Вятская ГСХА, 2014. – Ч. 1. – С. 210-213.

References

1. Metodika ekonomicheskoi otsenki tekhnologii i mashin v sel'skom khozyaistve / V.I. Dragaitsev, N.M. Morozov, K.I. Alekseev i dr. – М.: VNIIESKh, 2009. – 147 s.

2. Znakomstvo s Minitab.16 [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: http://www.minitab.com/uploadedFiles/Documents/meet-minitab/RU16_MeetMinitab.pdf. (data obrashcheniya 18.12.2015 g.).

3. Patent 68842 RF, MPK7 A 01 V 49/00, 29/00. Kombinirovannoe pochvoobrabatyvayushchee orudie / A.D. Kormshchikov, R.F. Kurbanov, S.S. Khramtsov i dr. (RF). –

№ 2006111124/12; Zayavleno 05.04.2006 // Byul. 2007. – № 34. – 2 s.

4. Patent 2327324 RF, MPK7 A 01 V 35/06, A 01 V 49/02. Pochvoobrabatyvayushchee orudie / A.D. Kormshchikov, R.F. Kurbanov, A.Yu. Shmagin i dr. (RF). – № 2006137912/12; Zayavleno 26.10.2006 // Byul. 2008. – № 18. – 6 s.

5. Kurbanov R.F., Khramtsov S.S. Razrabotka konstruktivno-tekhnologicheskoi skhemy energosberegayushchego pochvozashchitnogo orudiya dlya osnovnoi i poverkhnostnoi obrabotok pochvy: monografiya. – Киров: FGBOU VPO Vyatskaya GSKhA, 2012. – 121 s.

6. Kurbanov R.F., Khalyavina M.L. Sostoyaniye i ispol'zovaniye mashinno-traktornogo parka Rossii i Kirovskoi oblasti // Nauka - Tekhnologiya - Resursosberezhniye: Mater. VI Vseros. nach.-praktich. konf. – Киров: Vyatskaya GSKhA, 2013. – Vyp. 14. – S. 71-73.

7. Kurbanov R.F., Khalyavina M.L. Otsenka ekonomicheskoi effektivnosti ispol'zovaniya traditsionnoi tekhnologii vozdelvaniya i uborki yarovogo yachmenya // Znaniya molodykh – budushchee Rossii: Mater. Mezhdunar. studencheskoi nach. konf. – Киров: Vyatskaya GSKhA, 2014. – Ch. 1. – S. 210-213.



УДК 331.45:631.3

Н.И. Чепелев, Н.И. Селиванов, В.В. Матюшев
N.I. Chepelev, N.I. Selivanov, V.V. Matyushev

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

THEORETICAL ASPECTS OF TECHNOLOGICAL PROCESS SAFETY IMPROVEMENT IN AGRICULTURAL ENTERPRISES

Ключевые слова: сельскохозяйственные предприятия, безопасность труда, несчастные случаи, управление безопасностью, агротехнологические системы.

Сложившаяся тупиковая ситуация, когда уровень производственного травматизма не снижается, а в отдельных случаях даже увеличивается, обязывает совершенствовать известные и изыскивать новые, более эффективные методы и средства безопасности труда на основе глубокого изучения закономерностей технологических, энергетических, трудовых и естественно-производственных процессов. При этом возникает необходимость учета внутренних структур процессов, их динамики, что, в свою очередь, требует более подробного и углубленного математического описания процессов, учета и расчета факторов, определяющих безопасность труда при функционировании агротехнологических систем. Сельскохозяйственные производственные объекты представляют собой сложные динамические си-

стемы со случайной структурой большинства входных воздействий. Выходные переменные, к которым относятся и показатели безопасности труда, являются, как правило, случайными процессами и полями, что недостаточно учитывается в современной методологии управления безопасностью труда. Методология решения проблемы снижения травматизма состоит в согласовании параметров средств защиты работающих с энергетическими возможностями машин на основе применения методов статистической динамики применительно к различным технологическим системам агропромышленного комплекса. По результатам такого согласования создано семейство новых, патентоспособных технических систем и средств обеспечения безопасности труда, использование которых позволило снизить травматизм средств механизации. Вместе с тем практика исследований обеспечения безопасности труда агротехнологических систем складывалась эмпирически и требует комплексного подхода.

Keywords: *agricultural enterprises, labor safety, accidents, safety management, agricultural-technological systems.*

The existing situation when the level of industrial injuries is not reduced, and in some cases is even increasing, obliges to improve the existing and to find new, more effective methods and means of labor safety on the basis of deep study of the regularities of technological, energy, labor protection and natural production processes. This raises the necessity of taking into account the internal structures and processes, their dynamics, which, in turn, requires a more detailed and in-depth mathematical description of the processes, accounting and calculation of factors determining the labor safety in the agricultural technology system operation. Agricultural production facilities are complex dynamic systems with random

structure of the majority of the input impacts. The output variables that include the labor safety indicators are as a rule stochastic processes and fields that are not enough taken into account in the modern methodology of labor safety management. The methodology of solving the problem of reducing injuries is to coordinate the protection means parameters of the workers with the machine energy capacity on the basis of the statistical dynamics method application for different technological systems of agro-industrial complex. According to the results of such coordination, the range of new, patentable technical systems and the labor safety means is created, the use of which allowed reducing the traumatic effects of mechanization means. However, the practice of the research on the labor safety provision of agricultural technology systems was developed empirically and requires a comprehensive approach.

Чепелев Николай Иванович, д.т.н., проф., зав. каф. безопасности жизнедеятельности, Красноярский государственный аграрный университет. E-mail: zemfak@kgau.ru.

Селиванов Николай Иванович, д.т.н., проф., зав. каф. тракторов и автомобилей, Красноярский государственный аграрный университет. E-mail: zemfak@kgau.ru.

Матюшев Василий Викторович, д.т.н., проф., зав. каф. технологии хранения и переработки зерна, Красноярский государственный аграрный университет. E-mail: matyushe@yandex.ru.

Chepelev Nikolay Ivanovich, Dr. Tech. Sci., Prof., Head, Chair of Labor Safety, Krasnoyarsk State Agricultural University. E-mail: zemfak@kgau.ru.

Selivanov Nikolay Ivanovich, Dr. Tech. Sci., Prof., Head, Chair of Tractors and Automobiles, Krasnoyarsk State Agricultural University. E-mail: zemfak@kgau.ru.

Matyushev Vasily Viktorovich, Dr. Tech. Sci., Prof., Head, Chair of Grain Storage and Processing Technologies, Krasnoyarsk State Agricultural University. E-mail: matyushe@yandex.ru.

Введение

Обеспечение безопасных условий труда является актуальной проблемой и основополагающей целью, к которой стремятся государство и общество. Охрану труда как систему мероприятий необходимо рассматривать как средство достижения этой цели. Состояние условий труда как важнейший социально-экономический показатель, характеризующий уровень научно-технических достижений и отношение государства к сохранению жизни и здоровья своих граждан, продолжает оставаться на низком уровне [1]. Прямым следствием неудовлетворительных условий и охраны труда на предприятиях стали профессиональная заболеваемость и производственный травматизм.

Производственный травматизм продолжает оставаться одной из самых острых социально-трудовых проблем как следствие неудовлетворительного состояния условий и охраны труда, приводящее к потере людей. Уровень производственного травматизма со смертельным исходом также продолжает оставаться высоким [2].

Целью работы является обеспечение безопасности технологических процессов агропромышленного комплекса.

В задачи исследования входит: 1) оценка соответствия режимов эксплуатации и конструктивных параметров, входящих в эти процессы системы машин; 2) разработка

модели функционирования технологических систем АПК.

Объект и предмет исследования

Установление нормативов безопасности является основой для разработки стандартов безопасности труда. Основным содержанием таких стандартов являются требования к режимам работы, настройкам и регулировкам машин, соблюдение которых обеспечивает безопасность их эксплуатации. При этом параметры, определяющие качество (в рассматриваемом случае – безопасность) функционирования сельскохозяйственной техники и технологического оборудования, задаются их номинальными величинами и пределами допусков, учитывающих отклонения от номинальных величин в пределах, определяемых зональным использованием того или иного вида машин (технологического оборудования) и зависящих, например, от варьирования удельных сопротивлений обрабатываемого технологического материала, почвенно-климатических и других естественно-производственных условий [3].

Если при эксплуатации сельскохозяйственной техники все рекомендованные нормативной документацией параметры не отклоняются от номинальных величин более чем это ограничено допусками, то они могут быть сертифицированы по эксплуатационной безопасности.

При такой постановке вопроса весь набор нормативных требований можно считать моделью обеспечения безопасности.

В связи с тем, что положения стандартов до их пересмотра изменению не подлежат (т.е. стационарны), главным требованием к модели обеспечения безопасности является ее стационарность. В некоторых работах модель, параметры которой не изменяются во времени, называют линейной. С учетом этого главное требование к построению рассматриваемой модели – обеспечение ее линейности [4].

С другой стороны, эта модель фактически стохастична (нелинейна). Стохастичность модели обусловлена случайностью попадания условий функционирования в заданные допусками пределы. Но корректное описание нелинейности модели весьма проблематично. Поэтому существует дилемма, какая модель (линейная или нелинейная) предпочтительнее. В данном случае предпочтение отдано линейным моделям с последующим уточнением результатов их анализа на основе эксперимента.

При алгоритмизации модели обеспечения [5] безопасности технологических систем агропромышленного комплекса необходимо учитывать следующие обстоятельства. Фундаментальная аксиома трудовой охраны науки о потенциальной опасности любой деятельности однозначно предполагает существование непрерывной вероятности травмирования или заболеваемости при непрерывной деятельности. Тем не менее в современных исследованиях преобладает прагматическая версия данной аксиомы, согласно которой полагается, что роль скоро несчастные случаи – явление относительно редкое, то ни о какой непрерывности вероятности травмирования не может быть и речи. При такой посылке для анализа динамики травматизма принимается как наиболее подходящий математический аппарат теории массового обслуживания. Данный аппарат наиболее эффективен, если потоки событий (несчастных случаев) отвечают условиям стационарности и марковости. Но недифференцируемость (безинерционность) марковских процессов в нашей задаче обозначала бы полную нецелесообразность какой бы то ни было трудовой деятельности, так как принимается предпосылка об отсутствии последствия или малом последствии. То есть, принимая предпосылку о марковости потока несчастных случаев [6], нужно принять и другую – о том, что частота несчастных случаев в том или ином интервале времени не зависит от частоты и тяжести последствий несчастных случаев на предшествующих интервалах времени. Но это противоречит существующей идеологии трудовой деятельности. Действительно, после

несчастливого случая всегда положено проводить повторное обучение безопасности труда, организационно-технические и другие профилактические мероприятия, что призвано изменить частоту и тяжесть последствий несчастных случаев в последующие промежутки времени. Более того, смысл трудовой деятельности как раз и состоит в том, чтобы всеми доступными средствами обеспечить максимальную «инерцию» трудовых мероприятий.

Поэтому в данном случае предпочтение отдано непрерывной версии о потенциальной опасности в ее различных приложениях.

Руководствуясь системным подходом при обосновании модели функционирования технологической системы АПК, исходили из сложившихся технических принципов обеспечения безопасности труда, обеспечивающих:

1) снижение и ликвидация потенциальной опасности;

2) защиту расстоянием, предполагающую ослабление действия опасных и вредных производственных факторов при увеличении расстояния между источником опасности и субъектом;

3) защиту временем, заключающуюся в сокращении длительности нахождения работающих в условиях воздействия опасных и вредных производственных факторов;

4) принцип недоступности, применение которого призвано обеспечить невозможность попадания работающего в зону действия опасных и вредных факторов или попадания этих факторов в рабочую зону;

5) блокировку, состоящую в прекращении существования опасных и вредных факторов в случаях проникновения людей в зоны опасности или вредности;

6) принцип информации, предупреждения, запрещения, реализующихся посредством световой, звуковой или другой сигнализации, обучения и инструктажей.

Общий вид модели функционирования технологической системы АПК, которая может быть адаптирована для реализации любого технического принципа или любых сочетаний перечисленных принципов, показан на рисунке. Модель построена на основании вероятностного представления процессов, определяющих безопасность функционирования технологических систем.

В соответствии с поставленной целью система представлена двублочной динамической моделью, в которой блок 1 характеризует уровень безопасности (безвредности) технологического процесса, выполняемого конкретной сельскохозяйственной техникой, а блок 2 – степень надежности защиты работающих на данной технике применяемыми на ней средствами охраны труда [7].

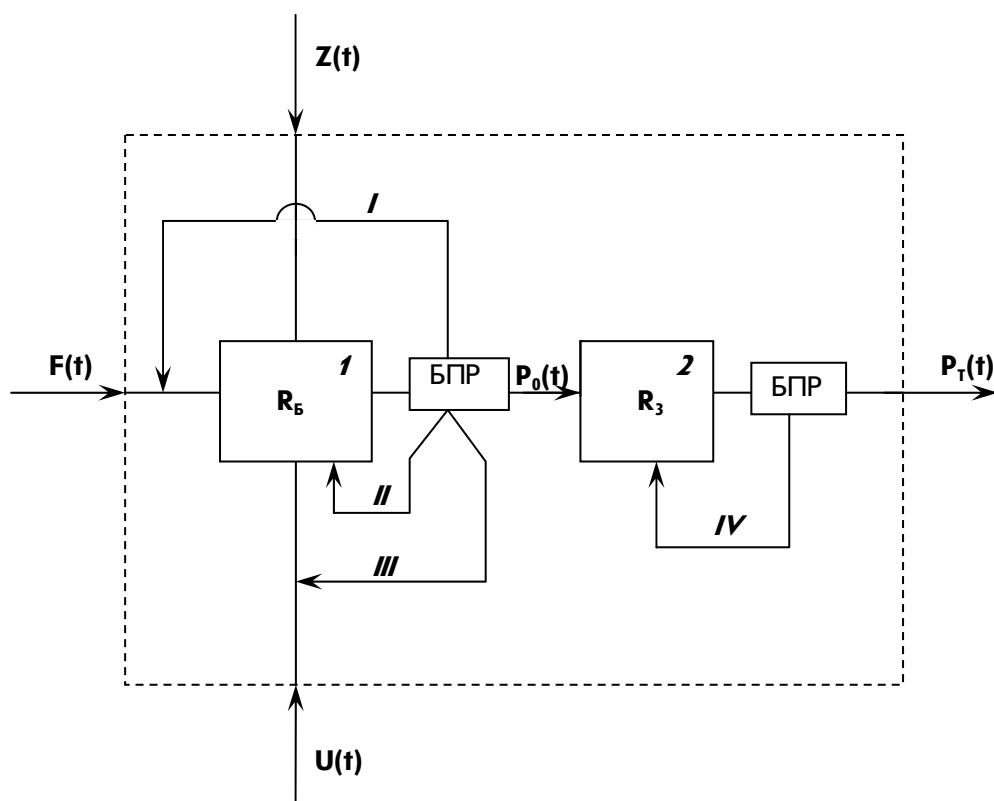


Рис. Модель функционирования агротехнологической системы

В качестве выходного критерия блока 1 рассматривается $P_0(t)$. Вход блока 1 представлен векторной функцией $F(t)$ – совокупность возмущающих процессов, обусловленных спецификой условий функционирования конкретной сельскохозяйственной технологической системы. Модель учитывает также действие помех нормальному функционированию технологической системы АПК (векторная функция $Z(t)$) и управляющие воздействия трудовой службы на безопасность технологических систем (векторная функция $U(t)$).

В качестве выходного критерия блока 1 рассматривается $P_0(t)$ – изменение относительной длительности нахождения человека в зоне действия опасных или вредных производственных факторов. Информация о вероятностно-статистических параметрах процесса анализируется (условно это обозначено блоком БПР 1), на основании чего принимаются соответствующие управляющие решения. Обратные связи I-III обозначают управление безопасностью труда с целью соблюдения оптимального допуска Δ_1 на отклонение параметра P_0 от настроенного значения $P_{0н}$ за счёт: I – влияния на параметры технологического процесса; II – повышение эффективности технических и санитарно-гигиенических методов и средств охраны труда, III – организационных мероприятий.

Параметры процесса $P_0(t)$, являющегося возмущающим для блока 2 модели (рис.), определяются вероятностно-статистическими оценками случайной последовательности дискретных значений P_0 , полученных согласно соотношению:

$$P = t_{0i} / \left(T - \sum_{i=1}^n t_{0i} \right)$$

где T – общее время смены, ч;

t_{0i} – продолжительность i -го, вынужденного необходимостью нахождения работающего в зоне действия опасных или вредных производственных факторов, ч.

На выходе блока 2 рассматривается процесс изменения параметра конкретной агротехнологической системы $P_T(t)$. Обратная связь IV характеризует управление безопасностью труда за счёт совершенствования средств защиты работающих.

Заключение

При кажущейся простоте приведённой схемы обеспечения безопасности агротехнологических систем ее реализация предполагает:

1. Получение вероятностно-статистического представления показателей травматизма на производстве в виде информативного параметра эксплуатационной безопасности средства производства.

2. Обоснование методики получения и статистической обработки реализаций процесса $P_r(t)$ изменения параметра безопасности применительно к конкретной агротехнологической системе.

3. Определение значимых показателей безопасности производственной среды (технологического процесса), защитных свойств средств безопасности и обоснование математического аппарата описания их взаимной связи с операторами R_5, R_3 блоков 1 и 2 динамической модели системы безопасности (рис.).

4. Определение рациональных и допускаемых параметров процессов $P_0(t), P_r(t)$ и соответствующих им допусков на характеристики производственной среды (технологического процесса) и на параметры конструкции технических (санитарно-гигиенических) средств безопасности.

Библиографический список

1. Чепелев Н.И. Безопасность технологических процессов АПК / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2003. – 280 с.

2. Чепелев Н.И. Улучшение условий труда при пойменном кормопроизводстве совершенствованием технологии снижения концентрации пыли: автореф. дис. ... канд. техн. наук. (05.26.01). – СПб.; Пушкин, 1994. – 16 с.

3. Чепелев Н.И., Будьков Э.А. Основные направления повышения безопасности труда операторов технологического оборудования пищевых производств // Вестник КрасГАУ. – 2014. – Вып. 10. – С. 226-229.

4. Лурье А.Б. и др. Моделирование сельскохозяйственных агрегатов и их систем управления / под ред. А.Б. Лурье – Л.: Колос, 1979. – 312 с.

5. Recht J.L. Systems Safety Analysis // National Safety News. – 1965. – Vol. 92 (6).

6. Undeutsch U. Sicherheit im Betrieb, 2. Auflage, Wiesbaden 1975, herausgegeben vom Arbeitsring der Arbeitgeberverbände der Deutschen Chemischen Industrie e.V.

7. Елисейкин В.А. Идентификация и пути снижения опасностей при технологических отказах сельскохозяйственных машин: дис. в форме науч. докл. докт. техн. наук. (05.26.01). – СПб.; Пушкин, 1997. – 33 с.

References

1. Chepelev N.I. Bezopasnost' tekhnologicheskikh protsessov APK / Krasnoyar. gos. agrar. un-t. – Krasnoyarsk, 2003. – 280 s.

2. Chepelev N.I. Uluchshenie uslovii truda pri poimennom kormoproizvodstve sovershenstvovaniem tekhnologii snizheniya kontsentratsii pyli: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk. (05.26.01). – SPb. – Pushkin, 1994. – 16 s.

3. Chepelev N.I., Bud'kov E.A. Osnovnye napravleniya povysheniya bezopasnosti truda operatorov tekhnologicheskogo oborudovaniya pishchevykh proizvodstv // Vestn. KrasGAU. – 2014. – Vyp. 10. – S. 226-229.

4. Lur'e A.B. i dr. Modelirovanie sel'skokhozyaistvennykh agregatov i ikh sistem upravleniya; pod red. A.B. Lur'e – L.: Kolos, 1979. – 312 s.

5. Recht J.L. Systems Safety Analysis // National Safety News. – 1965. – Vol. 92 (6).

6. Undeutsch U. Sicherheit im Betrieb, 2. Auflage, Wiesbaden 1975, herausgegeben vom Arbeitsring der Arbeitgeberverbände der Deutschen Chemischen Industrie e.V.

7. Eliseikin V.A. Identifikatsiya i puti snizheniya opasnosti pri tekhnologicheskikh otkazakh sel'skokhozyaistvennykh mashin: dissertatsiya v forme nauch. doklada d-ra tekhn. nauk. (05.26.01). – SPb. – Pushkin, 1997. – 33 s.

