

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Т.И. Белова, Е.Г. Чернова

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОПАСНЫХ
ПРОЦЕССОВ В ТЕХНОСФЕРЕ»**

Брянская область
2015

УДК 614.8:330 (07)

ББК 68.9:65

Б 43

Белова, Т.И. Методические указания по дисциплине «Моделирование и прогнозирование опасных процессов в техносфере» / Т.И. Белова, Е.Г.Чернова. - Брянск: Издательство Брянского государственного аграрного университета, 2015 г. – 75с.

Методические указания разработаны в соответствии с ФГОС ВО для обучения по направлению подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность, профиль Безопасность жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях и предназначено для изучения практических и самостоятельных работ по дисциплине «Моделирование и прогнозирование опасных процессов в техносфере» и позволяют реализовать компетенции, представленные в учебном плане.

Методические указания включают большой объем материала по результатам научных исследований авторов, проводимых для агропромышленного комплекса, тем самым могут быть полезными для широкого круга специалистов, занимающимся вопросами обеспечения безопасности жизнедеятельности на объектах отрасли

Доктор технических наук, профессор
кафедры БЖД и ИЭ
Федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Брянский государственный аграрный университет»,
А.В. Титенок.

Рекомендовано к изданию методической комиссией инженерно - технологического факультета, протокол №2 от 28 октября 2015 г.

© Белова Т. И., 2015

© Чернова Е.Г., 2015

© ФГОУ ВО Брянский ГАУ, 2015

Содержание

Введение	4
<i>Практические работы по дисциплине «Моделирование и прогнозирование опасных процессов в техносфере»</i>	5
Практическая работа 1	
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЛЕТАЛЬНОГО ТРАВМАТИЗМА РАБОТАЮЩИХ ПРИ РАЗБРАСЫВАНИИ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ	5
Практическая работа 2	
МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОБЪЕКТА... 11	
В УСЛОВИЯХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ	11
Практическое занятие 3	
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАВМООПАСНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИ УСТРАНЕНИИ ТЕХНИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОТКАЗОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ АГРЕГАТОВ	26
Самостоятельная работа № 1	
Опасности в жизнедеятельности и их влияние на человека и окружающую среду	52
Самостоятельная работа № 2	
Характеристика факторов, воздействующих на формирование опасностей в техносфере. Нормативно – правовое обеспечение безопасности	58
Самостоятельная работа №3	
Характеристика факторов обуславливающих возникновение чрезвычайных ситуаций	63
Самостоятельная работа № 4	
Таксономия опасностей и ее примеры. Алгоритм развития опасности и ее реализации	68

Введение

Методические указания предназначены для обучения по дисциплине «Моделирование и прогнозирование опасных процессов в техносфере» направления подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность, профиль Безопасность жизнедеятельности на основании собственных исследований.

Методические указания включают 3 практические работы, посвященные моделированию травмоопасных ситуаций в зонах неогражденных частей сельскохозяйственных агрегатов, разработке модели улучшения условий труда работающих при повышенных уровнях негативных факторов производственной среды и прогнозированию травматизма и заболеваемости на производстве с использованием современного программного обеспечения.

В методических указаниях приводятся список использованных литературных источников, а также необходимые выводы.

Практические работы по дисциплине «Моделирование и прогнозирование опасных процессов в техносфере»

Практическая работа 1

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЛЕТАЛЬНОГО ТРАВМАТИЗМА РАБОТАЮЩИХ ПРИ РАЗБРАСЫВАНИИ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

Цель работы: изучить методику прогнозирования летального травматизма работающих при разбрасывании органических удобрений с использованием математического моделирования

Содержание работы: подготовка данных к прогнозированию показателей травматизма и заболеваемости при обслуживании разбрасывателей органических удобрений. Использовался анализ динамических рядов, который широко используется в прикладных исследованиях. Для выбора наилучшего уравнения зависимости уровня травматизма по годам используется программа «STOBR4», а также программа «Statistica»

1 Общие сведения

Прогнозирование летального травматизма необходимо для выявления тенденции и основных причин травмирования. Для проведения прогнозирования были взяты данные журнала регистрации смертельных случаев за 10 лет. Из журнала были взяты несчастные случаи, которые произошли с работниками при обслуживании разбрасывателей органических удобрений.

2 Практическая часть

Для прогнозирования использовался анализ динамических рядов, который широко используется в прикладных исследованиях.

Задача математического описания не имеет однородного решения, т.к. существует бесконечное множество кривых, которые одинаково хорошо будут описывать существующие эмпирические данные.

Для выбора наилучшего уравнения зависимости уровня травматизма по годам используется программа "STOBR4", которая проводится в следующей последовательности:

- заранее выбираются пять классов математических кривых (видов уравнений);
- поочередно выдвигаются гипотезы о соответствии экспериментальных данных какому-либо из выбранных классов зависимости;
- выдвинутые гипотезы проверяются с помощью статистических критериев, в результате чего часть гипотез отвергается.

Среди данных классов моделей для прогнозирования уровня травматизма наилучшей оказалась модель в виде гиперболы.

Уравнение имеет вид

$$Y = A_0 + A_1 \cdot T + A_2 \cdot T^2, \quad (1)$$

где A_0, A_1, A_2 - коэффициенты уравнения

$$A_0 = 7,021; A_1 = -0,035; A_2 = -0,007.$$

Таким образом, полученное уравнение будет иметь вид

$$y = 7,021 - 0,053 \cdot T - 0,007 \cdot T^2$$

Для прогнозирования количества машин для внесения органических удобрений и площади пашни в хозяйстве выбираем модели в виде прямой.

Уравнение имеет вид

$$y = A_0 + A_1 \cdot T, \quad (2)$$

где A_0, A_1 – коэффициенты уравнения. Для машин по внесению органических удобрений $A_0 = 213572; A_1 = -90,7;$

T – средний коэффициент роста.

Уравнение будет выглядеть

$$y = 2135,72 + (-90,7) \cdot T$$

Для площадей пашни в хозяйстве $A_0 = 3211,41$, $A_1 = -24,75$.

Уравнение будет выглядеть

$$y = 3211,41 - 24,75 \cdot T$$

Причинами снижения уровня травматизма в изучаемой ситуации являются:

- снижение площадей пашни;
- переход на новые формы хозяйствования;
- уменьшение количества разбрасывателей органических удобрений.

Таблица 1.1 – Уровень травматизма при работе на разбрасывателях органических удобрений

Г о д ы	Уровень травматизма, %
1990	7,3
1991	7,5
1992	5,6
1993	5,0
1994	8,3
1995	7,5
1996	5,7
1997	6,2
2008	5,8

Для прогнозирования строим графики полученных регрессий.

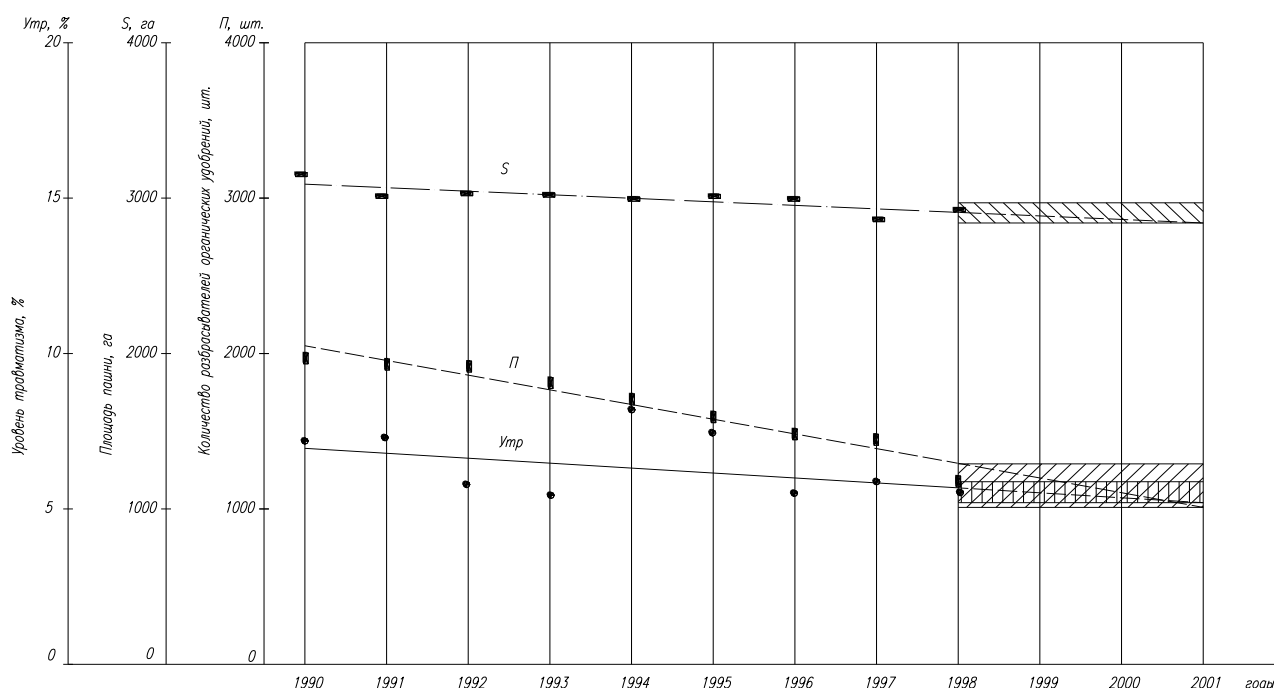


Рисунок 1 -Прогнозирование и анализ летального травматизма при разбрасывании органических удобрений

На рисунке 1 представлены графики распределения уровня травматизма $U_{mp}(\%)$, количества машин по внесению органических удобрений n (шт.) и пахотных площадей S (га) по годам, на основании которых можно сказать, что существует прямая зависимость уровня травматизма от возделываемых площадей S и количества машин n .

В связи с этим можно сказать, что если сохранится тенденция уменьшения площадей пашни и количества машин, то производственный травматизм будет снижаться. Это говорит о том, что нельзя связывать такое положение с проведением различного вида трудоохранных мероприятий, которые, конечно, проводятся, но не дают ощутимых результатов. Все это вызывает необходимость дальнейшего повышения безопасности работающих. В связи с этим нами было предложено трудоохранительное устройство карданного вида. Ведь именно вращающийся карданный вал является причиной травм с летальным исходом при работе с не только разбрасывателями органических удобрений, но и любой другой техникой.

Для выбора наилучшего уравнения зависимости уровня травматизма по годам используется программа «Statistica», которая проводится в следующей последовательности:

Если модель сильно нелинейна, то необходимо использовать «Нелинейное оценивание», предварительно построив график и убедиться, что модель нелинейная. Необходимо ввести функцию для оценивая и ее сохранить, затем задать метод оценивая или вычислительный метод.

Результаты вычислений содержат значения функции потерь (разность наблюдаемых и получаемых значений), оценка параметров, коэффициент множественной корреляции, долю дисперсии исходных данных. Также можно получить график и исходные данные (рис.2).

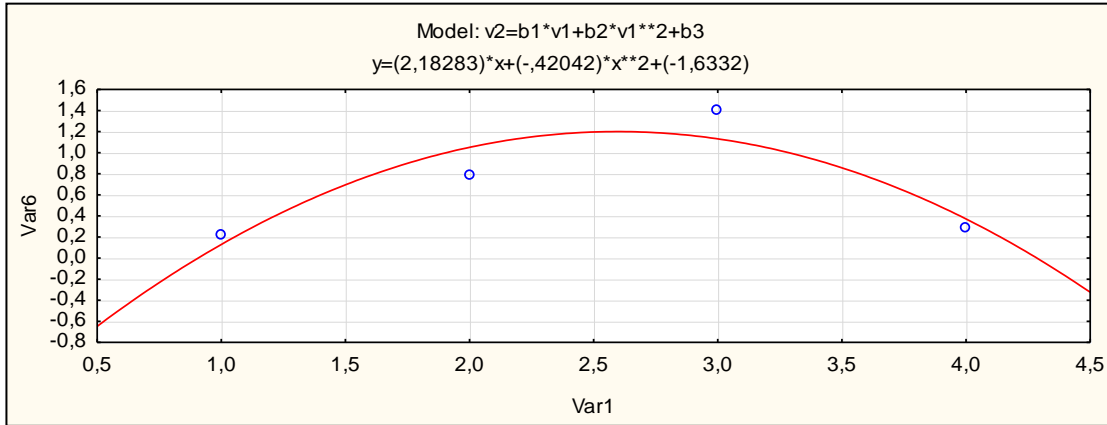


Рисунок 2 – Пример полученных данных при нелинейной оценке

Данные нелинейной оценки позволяют получить прогнозирование уровня травмирования, как показано на рисунках 3,4.

	Estimate	Standard	t-value	p-value	Lo. Conf	Up. Conf
b1	2,18283	1,030362	2,11851	0,280764	10,9092	15,27482
b2	-0,42042	0,202852	-2,07252	0,286195	-2,9979	2,15707
b3	-1,63321	1,129434	-1,44604	0,385172	15,9840	12,71760
	Observed	Predicted	Residuals			
1	0,219920	0,129202	0,090718			
2	0,778629	1,050784	-			
3	1,403690	1,131536	0,272155			
4	0,280738	0,371456	0,090718			

Рисунок 3 – Пример полученных данных при нелинейной оценке

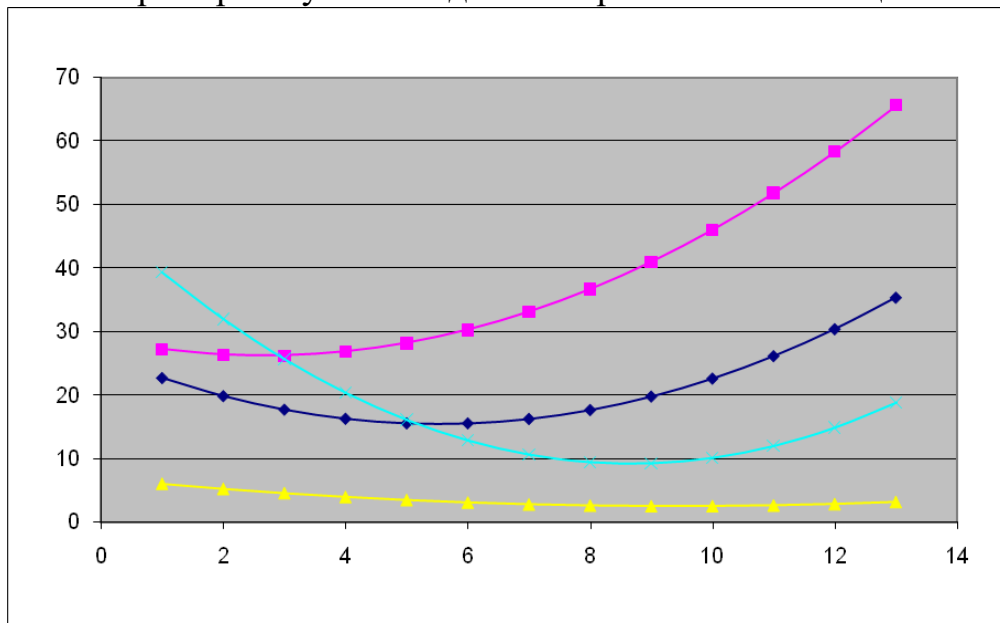


Рисунок 4 – Пример полученных нелинейных оценок с целью прогнозирования уровней травматизма с использованием программы «Statistica»



Рисунок 5 – Пример оформленных графиков для использования в печать

Model: $v2=b0*(v1)**2+b1*v1+b2$
 (new.sta)
 Dep. var: NEWVAR3 Loss: (OBS-PRED)**2
 Final loss: 10725,119697 R=,61953 Variance explained:
 38,381%

	B0	B1	B2
Estimate	3,556818	39,222	262,9833

Predicted Values (new.sta)

	NEWVAR3
	Predictd
C:1	227,3182
C:2	198,7667
C:3	177,3288
C:4	163,0045
C:5	155,7939
C:6	155,697
C:7	162,7136
C:8	176,8439
C:9	198,0879
C:10	226,4454

Рисунок 6 – Пример математической модели для анализа и прогноза по программе «Statistica»

Вывод:

Использование компьютерных программ «STOBR4» и «Statistica» позволяет прогнозировать уровни негативных факторов, влияющих на условия и безопасность труда работающих. Прогноз можно проводить на 5 лет и более, что связано с использованием конкретных задач для исследования.

Список используемой литературы:

1. Шкрабак В.С., Копылов Г.Н. Методика анализа и краткосрочного прогнозирования производственного травматизма в сельском хозяйстве и пути его профилактики//Инженерно-технические проблемы охраны труда в сельском хозяйстве:Сб.науч.тр.ЛСХИ.-Ленинград, 1988.-С.3-11.

2. Елисейкин В.А., Дапкунас И.В. и др. Общая концепция прогнозирования чрезвычайных ситуаций в сельскохозяйственном производстве//Информ.листок N 68-91, ЦНТИ.-Красноярск, 1991.

3. Куплевацкий Н.М., Белова Т.И. Модель безопасного функционирования механизмов картофелеуборочного комбайна//Пути обеспечения безопасности жизнедеятельности в АПК:Сб.науч. тр.ЛСХИ.-Санкт-Петербург, 1991.-С.86-87.

4. Моделирование сельскохозяйственных агрегатов и их систем управления/А.Б.Лурье, Н.С.Нагорский, В.Г.Озеров и др.:Под ред. А.Б.Лурье.-Л.:Колос, 1979.-312с.

5. Копылов Г.Н., Шкрабак В.С. и др. Статистический прогноз показателей травматизма в сельскохозяйственных предприятиях//Пути обеспечения безопасности технологий и средств электромеханизации в сельском хозяйстве:Сб.науч.тр.ЛСХИ.-Ленинград, 1990.-С.28-41.

6. Стукач О.В. Программный комплекс «Statistica» в решении задач управления качеством: учебное пособие/О.В.Стукач.-Томский политехнический университет.-Издательство Томского политехнического университета, 2011.-163с.

Практическая работа 2

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОБЪЕКТА В УСЛОВИЯХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Цель работы: изучить методику моделирования системы функционирования объекта в условиях чрезвычайных ситуаций

Содержание работы: модель функционирования системы пылезащиты при производстве и переработке продукции животноводства и растениеводства

ства, представленная в виде блок-схемы и состоит из трех блоков. Третий блок связан с защитой работающих в условиях чрезвычайных ситуаций. Алгоритмизация модели позволяет определить вероятности получения производственной травмы на производстве и переработке продукции животноводства и растениеводства в случае выхода параметров условий труда $P_{\text{эyi}}(t)$, при которых возможно получить острые заболевания (отравления).

1 Общие сведения

Обеспечение условий труда работающих при производстве сухих пищевых концентратов достигается за счет реализации двух уровней системы пылезащиты: первый (I) и второй (II) уровни связаны, соответственно, с повышением эффективности существующих систем вентиляции и оценкой эффективности средств индивидуальной защиты.

На приведенной схеме (рис.1) модель функционирования системы пылезащиты при производстве и переработке продукции животноводства и растениеводства представлена в виде блок-схемы и состоит из блоков:

1 – блок, характеризующий улучшение условий труда за счет повышения эффективности использования вытяжных устройств системы пылезащиты и выбора скоростного режима пылеудаления;

2 – блок, характеризующий улучшение условий труда при существующей технологии производства и переработки продукции животноводства и растениеводства. Блоки 1 и 2 в совокупности создают систему пылеудаления при производстве и переработке продукции животноводства и растениеводства;

3 – блок, характеризующий улучшение условий труда при использовании существующих средств индивидуальной защиты системы пылезащиты в случае нештатных ситуаций (ремонт, техническое обслуживание, аварии, выбросы и т.д.);

4 – блок, соответствующий системе автоматического и автоматизированного удаления пыли;

5 – блок, соответствующий установке для имитации и контроля запотевания стекол защитных очков средств индивидуальной защиты;

$V_{oci}(t)$ – входной процесс блока 1 изменения скорости воздуха в основном воздуховоде, который определяет уровень обеспечения условий труда в условиях повышенной запыленности с учетом экономии затрат энергии на функционирование системы пылезащиты;

$P_{vyi}(t)$ – выходной процесс блока 1 (входной процесс блока 2) изменения вероятности нахождения работающих во вредных условиях труда (превышения концентраций пыли в воздухе рабочей зоны), параметры которого определяются вероятностно-статистическими оценками случайной последовательности дискретных значений P_{vyi} , полученных по выражению:

$$P_{vyi}(t) = \frac{c_i}{c_{max} - c_{(i-1)}}, \quad (1)$$

где c_i – концентрация пыли в i – момент времени ($i=1,2,3\dots n$) с шагом дискретизации Δt и периодом измерения t , мг/м³;

c_{max} – максимальная концентрация пыли, на момент начала работы системы вентиляции, мг/м³;

$P_{zi}(t)$ – выходной процесс блока 2, который является входным процессом блока 3, изменения параметра условий труда в виде изменения вероятности получения профессионального заболевания (отравления) при производстве и переработке продукции животноводства и растениеводства;

$P_{Ti}(t)$ – выходной процесс блока 3 изменения параметра условий труда в виде изменения вероятности получения производственной травмы производстве и переработке продукции животноводства и растениеводства в случае выхода параметров условий труда $P_{vyi}(t)$, при которых возможно получить острые заболевания (отравления).

Обратные связи 1', 1'', 2'' и 3'' – характеризуют управление условиями труда работающих при производстве и переработке продукции животноводства и растениеводства:

- 1' – влияния на параметры процесса пылеудаления (изменения скорости воздуха в основном воздуховоде);

- 1" – оптимизации оператора W_1 (выбора параметров вытяжных устройств);

- 2" – использования технических средств пылеудаления (средств автоматического и автоматизированного удаления пыли);

- 3" – использования средств оценки эффективного применения средств индивидуальной защиты (установка для имитации и контроля запотевания стекол защитных очков средств индивидуальной защиты);

W_1, W_2, W_3 – операторы динамических подсистем 1, 2 и 3, соответственно.

W_1 – оператор преобразования входных процессов изменения скоростей движения воздуха $V_{oci}(t)$ в основном воздуховоде в выходные процессы изменения вероятности нахождения работающих во вредных условиях труда $P_{vyi}(t)$ (блок 1), характеризующий повышение эффективности использования вытяжных устройств системы пылеудаления;

W_2 – оператор преобразования входных процессов изменения вероятности нахождения работающих во вредных условиях труда $P_{vyi}(t)$ в выходные процессы изменения вероятности получения профессионального заболевания (отравления) $P_{zi}(t)$ (блок 2), характеризующий повышение эффективности использования средств автоматизации и автоматики системы пылеудаления;

W_3 – оператор преобразования входных процессов изменения вероятности получения профессионального заболевания (отравления) $P_{zi}(t)$ в выходные процессы изменения вероятности получения производственной травмы $P_{Ti}(t)$ (блок 3), характеризующий повышение эффективности использования средств индивидуальной защиты системы пылезащиты.

Синтез процессов функционирования заключается в установлении оператора (математической модели), обеспечивающего определенное преобразование входных воздействий. Оптимизация процессов функционирования системы пылезащиты сводится к определению оператора, который обеспечивает оптимальное преобразование этих входных воздействий.

В зависимости от вида моделей, возможностей получения экспериментальных реализаций процессов и требуемой точности оценок используются различные методы идентификации во временной и частотной области. В результате получают оценки операторов преобразования динамической системой входных сигналов в выходные в виде передаточных и частотных функций или импульсных характеристик, дифференциальных уравнений, уравнений регрессии. После идентификации производится оценка степени идентичности полученной модели.

Для решения поставленных в нашем случае задач представляется наиболее подходящим алгоритм идентификации по спектральным плотностям изучаемых процессов (в случае нормального распределения ординат процессов $V_{oc}(t)$ и $P_{vy}(t)$, принадлежности их к классу стационарных и линейности модели), основанный на вычислении по спектральным характеристикам реализаций процессов на входе и выходе модели частотной функции с последующей аппроксимацией ее аналитическим выражением. Результатом аппроксимации являются численные оценки коэффициентов передаточной функции модели. Простейшим уравнением идентификации в частотной области являются выражения:

$$S_{V_{oc}}(\omega) = S_{P_{vy}}(\omega)[A(\omega)]^2 \quad (2)$$

$$S_{P_1}(\omega) = S_{P_2}(\omega)[A'(\omega)]^2 \quad (3)$$

$$S_{P_3}(\omega) = S_{P_4}(\omega)[A''(\omega)]^2 \quad (4)$$

где $[A(\omega)]^2$, $[A'(\omega)]^2$, $[A''(\omega)]^2$ – амплитудно-частотные характеристики улучшения условий труда блоков 1, 2, 3, соответственно;

$S_{V_{oc}}(\omega)$, $S_{P_{vy}}(\omega)$, $S_{P_1}(\omega)$, $S_{P_2}(\omega)$ – спектральные плотности выходных и входных процессов блоков 1, 2, 3, соответственно.

Амплитудно-частотные характеристики $[A(\omega)]^2$, $[A'(\omega)]^2$, $[A''(\omega)]^2$ могут быть аппроксимированы выражениями вида:

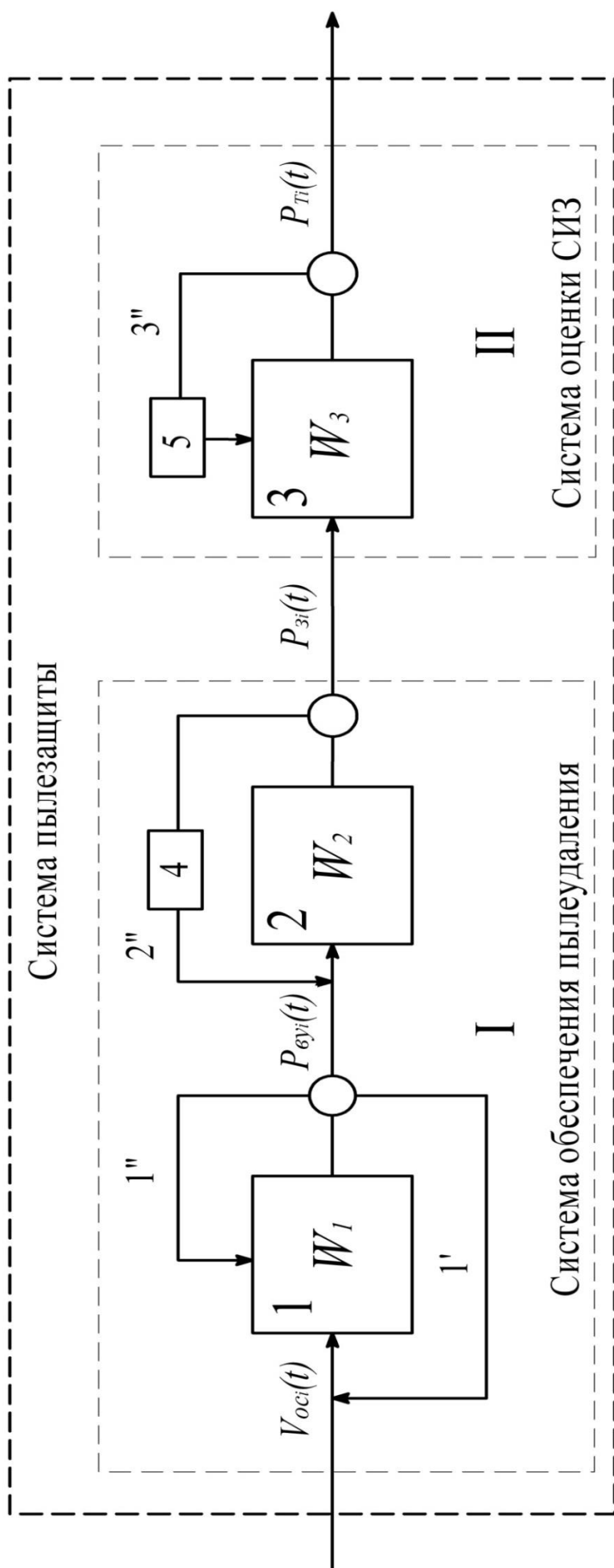


Рис. 1 Модель функционирования системы защиты работающих при переработке продукции животноводства и растениеводства

$$[A(\omega)]^2 = \frac{(d_1 \omega^4 + d_2 \omega^2 + 1)K^2}{c_0 \omega^6 + c_1 \omega + c_2 \omega^2 + 1}, \quad (5)$$

$$[A'(\omega)]^2 = \frac{(d'_1 \omega^4 + d'_2 \omega^2 + 1)K'^2}{c'_0 \omega^6 + c'_1 \omega + c'_2 \omega^2 + 1}, \quad (6)$$

$$[A''(\omega)]^2 = \frac{(d''_1 \omega^4 + d''_2 \omega^2 + 1)K''^2}{c''_0 \omega^6 + c''_1 \omega + c''_2 \omega^2 + 1}, \quad (7)$$

которым соответствуют передаточные функции $W(S)$:

$$W(S) = K^2 \frac{\tau_1^2 S^2 + \tau_2 S^2 + 1}{T_1^2 S^2 + T_2^2 S^2 + T_2 S^2 + 1}, \quad (8)$$

$$W'(S) = K'^2 \frac{\tau_1'^2 S^2 + \tau_2' S^2 + 1}{T_1'^2 S^2 + T_2'^2 S^2 + T_2' S^2 + 1}, \quad (9)$$

$$W''(S) = K''^2 \frac{\tau_1''^2 S^2 + \tau_2'' S^2 + 1}{T_1''^2 S^2 + T_2''^2 S^2 + T_2'' S^2 + 1}, \quad (10)$$

где $c_0 = T_1^6$, $c_1 = T_2^4 - 2T_3 T_1^3$, $c_2 = T_3^2 - 2T_2^2$, $d_1 = \tau_1^4 d_2$, $d_2 = \tau_2^2 - 2\tau_2^2$;

$\tau_1, \tau_2, T_1, T_2, T_3$ – постоянные, имеющие размерность времени;

$c'_0 = T_1'^6$, $c'_1 = T_2'^4 - 2T_3' T_1'^3$, $c'_2 = T_3'^2 - 2T_2'^2$, $d'_1 = \tau_1'^4 d'_2$, $d'_2 = \tau_2'^2 - 2\tau_2'^2$;

$\tau'_1, \tau'_2, T'_1, T'_2, T'_3$; – постоянные, имеющие размерность времени;

$c''_0 = T_1''^6$, $c''_1 = T_2''^4 - 2T_3'' T_1''^3$, $c''_2 = T_3''^2 - 2T_2''^2$, $d''_1 = \tau_1''^4 d''_2$, $d''_2 = \tau_2''^2 - 2\tau_2''^2$;

$\tau''_1, \tau''_2, T''_1, T''_2, T''_3$ – постоянные, имеющие размерность времени;

K, K', K'' - коэффициенты усиления.

Анализ амплитудно-частотных характеристик улучшения условий труда предполагает установление зависимостей приведенных коэффициентов от факторов, характеризующих условия труда работающих при производстве сухих пище-концентратов. Таким фактором является параметр вытяжного устройства ($K_{уст}$) – коэффициент, характеризующий угол α раскрытия вытяжного воздуховода.

Оптимальными параметрами вытяжного устройства блока 1 модели являются такие, при которых концентрация пыли c_1 при нахождении работающих при производстве сухих концентратов будет минимальной ($c_1 \rightarrow \min$). При этом зависимость $P_{ey}(t) = f(c, t)$ достигается за счет одновременного снижения концентрации пыли в воздухе рабочей зоны C_1 и сокращения времени нахождения во вредных условиях труда t_{eyi} .

Оптимальные параметры выходного процесса $P_{vy}(t)$ блока 1 при параметрах эффективности K_{yct} , оказывающих влияние на амплитудно-частотных характеристик улучшения условий труда $[A(\omega)]^2$ при функционировании системы пылеудаления можно получить:

$$[P_{vy}^{onm}(t)] = f_1 [V_{oc}(t), [A'(\omega)]^2 = \varphi(K_{yct})] \quad (11)$$

Аналогично можно получить оптимальные параметры выходных процессов $P_3(t)$ и $P_T(t)$ блоков 2 и 3, соответственно:

$$[P_3^{onm}(t)] = f_2 [P_{vy}(t), [A'(\omega)]^2 = \varphi(t_{vy})] \quad (12)$$

где $[A(\omega)]^2$, $[A'(\omega)]^2$, $[A''(\omega)]^2$ – амплитудно-частотные характеристики улучшения условий труда при использовании автоматизированных и автоматических систем пылеудаления, и установки имитации и контроля запотевания стекол защитных очков.

Оптимальные параметры выходных процессов $P_3(t)$ и $P_T(t)$ блоков 2 и 3 невозможно получить при получении травм и заболеваний с инвалидным и смертельным исходами. В связи с этим предлагается получить зависимости $[P_3^{onm}(t)] = f_2(t_{vy})$ и $[P_{nc}^{onm}(t)] = f_3(t_3)$, представленные на рис. 2.3.

Согласно рабочей гипотезе вероятность появления несчастного случая работающих при переработке сельскохозяйственного сырья определяется из выражения:

$$P_{nc} = P_1 \cdot P_2 \cdot P_3, \quad (13)$$

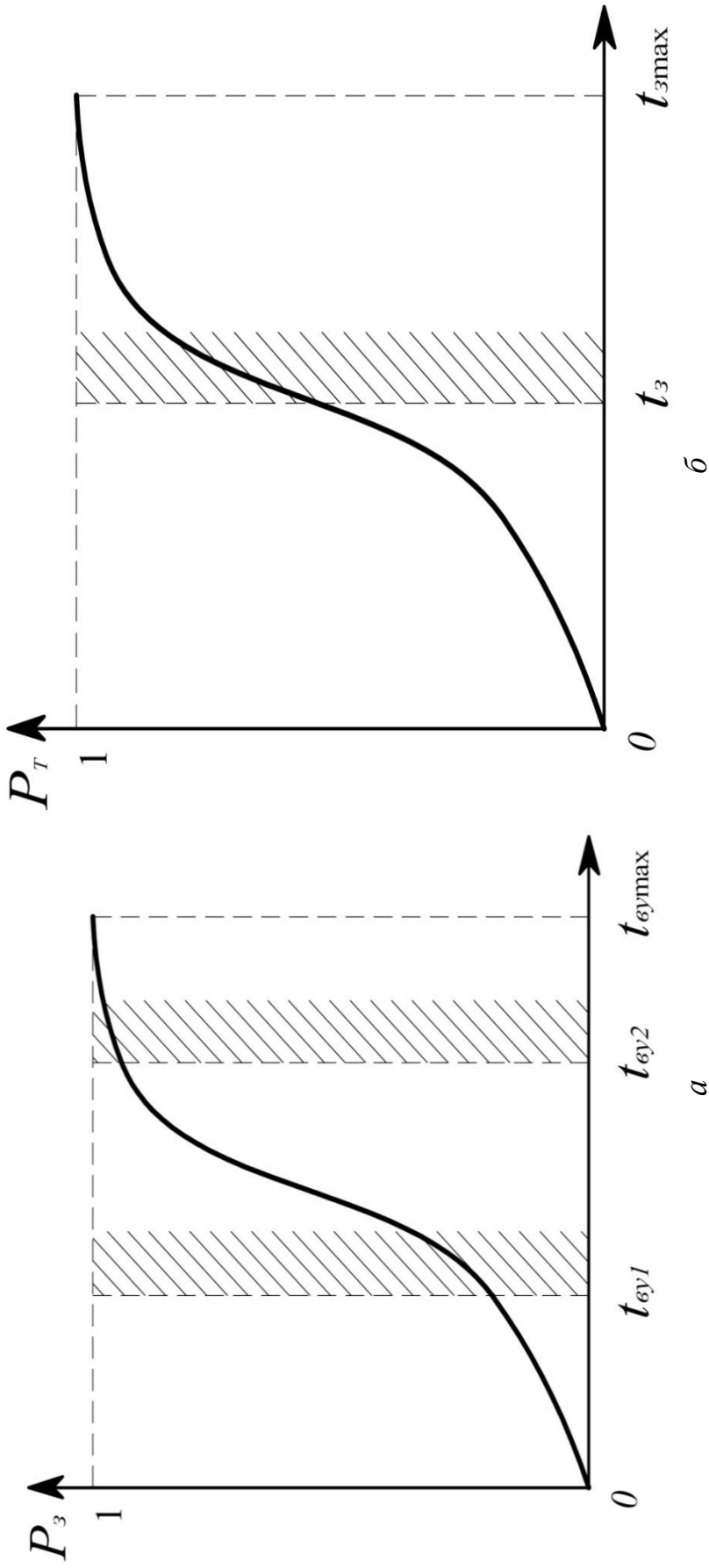


Рис. 2. Зависимости: а – $P_3 = \varphi(t_{ey})$ при использовании автоматизированных и автоматических систем, б – $P_T = \varphi(t_3)$ существующих средств индивидуальной защиты; t_{ey1} – время нахождения во вредных условиях труда с использованием автоматизированных и автоматических систем пылеудаления, t_{ey2} – время нахождения во вредных условиях труда при существующих системах пылеудаления; t_3 – время снижения опасности травмирования при использовании эффективных средств индивидуальной защиты

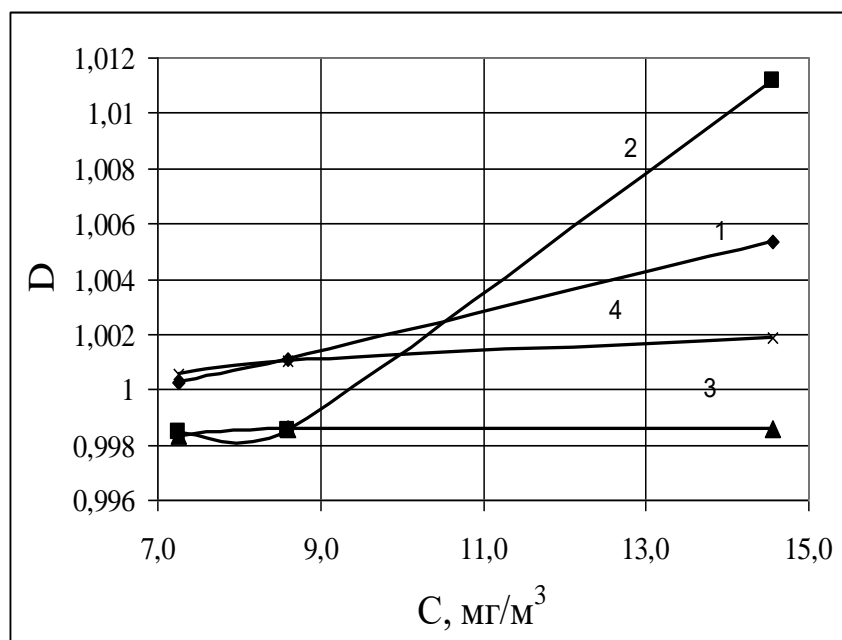


Рисунок 3 - Результаты исследования средств контроля концентрации пыли сухого пищевого концентрата красной свеклы оптической плотности D воздуха: C – концентрация пыли, мг/м³; 1 – красный светодиод; 2 – зеленый светодиод; 3 – желтый светодиод; 4 – синий светодиод

где P_1 – вероятность нахождения во вредных условиях труда при функционировании системы вентиляции;

P_2 – вероятность нахождения во вредных условиях труда при использовании предлагаемых автоматизированных и автоматических систем пылеудаления;

P_3 – вероятность появления несчастного случая при использовании предлагаемых средств индивидуальной защиты.

2 Практическая часть

Определение эффективности использования систем автоматизированного и автоматического пылеудаления при производстве сухого пищевого концентрата в условиях чрезвычайных ситуаций. Результаты исследования средств контроля концентрации пыли сухого пищевого концентрата красной свеклы показали что, оптическая плотность воздуха при использовании в качестве излучателя красного, зеленого, желтого и синего светодиодов удовлетворяет требованиям обеспечения условий труда в случае красного светодиода, значения которой представлена на рис. 3.

По результатам экспериментального исследования получены гистограммы и статистические функции распределения (рис 4) времени реакции системы для снижения концентрации пыли при случае использования автоматических (рис. 4 а) и автоматизированных (рис. 4 б) систем пылеудаления.

Функции распределения вероятностей соответственно имеют вид:

$$P(t_p) = 0,083 \cdot e^{-\frac{(t_p - 19,346)^2}{46,451}} \quad (14)$$

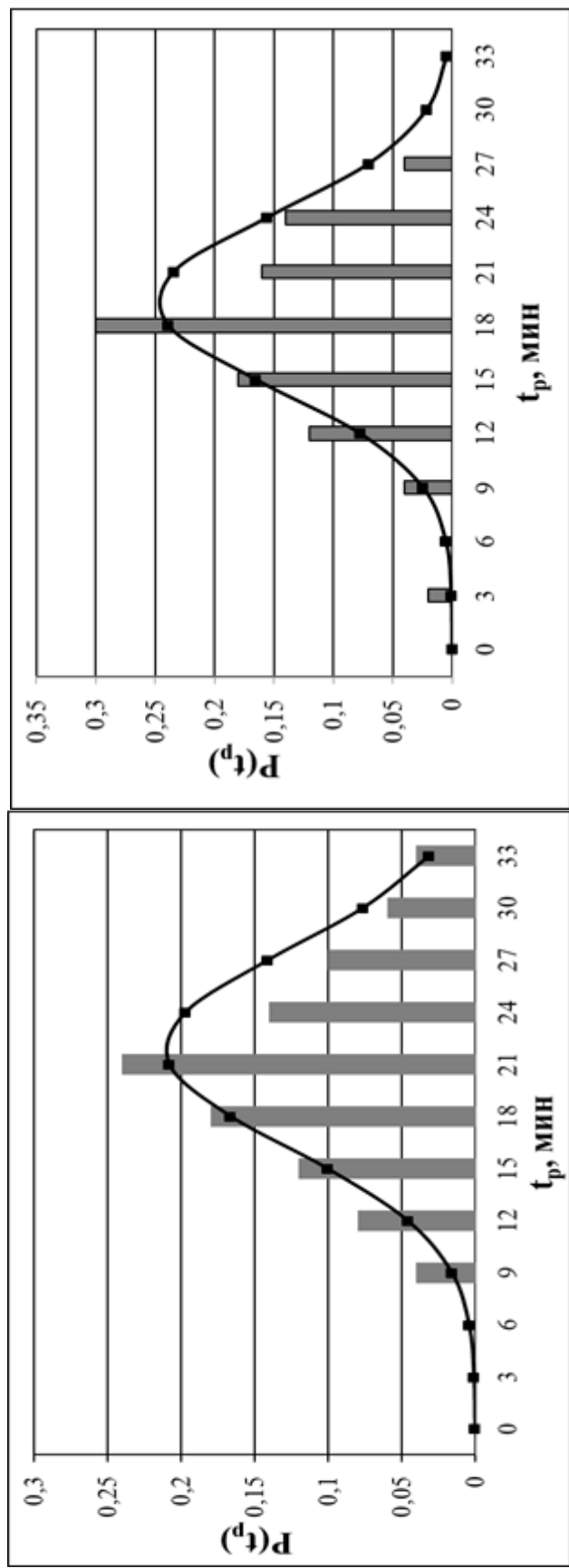
$$P(t_p) = 0,070 \cdot e^{-\frac{(t_p - 21,912)^2}{64,673}} \quad (15)$$

Для первого случая $t_p = 19,346$ мин, для второго случая – $t_p = 21,912$ мин.

Таким образом, при использовании автоматических и автоматизированных систем пылеудаления и систем с гравиметрическим методом контроля параметров пылеудаления время снижения концентрации пыли до значений ПДК t_p системами пылеудаления (время нахождения работающих при повышенной запыленности) составляет соответственно 19,346 и 21,912 мин.

Оценка эффективности использования предлагаемых средств индивидуальной защиты при производстве сухого пищевого концентрата красной свеклы проводилась на основе получения зависимостей (рис.5) спектрального коэффициента светопропускания $k_{сз}$ от длины волны λ источника искусственного света при запотевании очковых стекол средств индивидуальной защиты в условиях повышенной запыленности при пропускании света с длинами волн: синий (463 нм) – зеленый (533 нм) – желтый (578 нм) – красный (683 нм).

По результатам светопропускания через очковые стекла следующих средств индивидуальной защиты: очки закрытые пылезащитные с прямой вентиляцией подочкового пространства (типа ЗП); гражданский противогаз (типа ГП-5); очки закрытые пылезащитные с непрямой вентиляцией (типа ЗН), были получены (рис. 7) значения спектрального коэффициента светопропускания $k_{сз}$ в зависимости от длин волн излучаемого света λ , нм.



a

b

Рисунок 4. Статистическая оценка эффективности использования устройства автоматического регулирования системы вентиляции при производстве сухих пищецентрифуг: *a* – при использовании устройств автоматического пылеудаления; *b* – при использовании устройств автоматизированного пылеудаления; t_p – время реакции системы, s ; $P(t_p)$ – вероятность попадания параметра в заданный предел

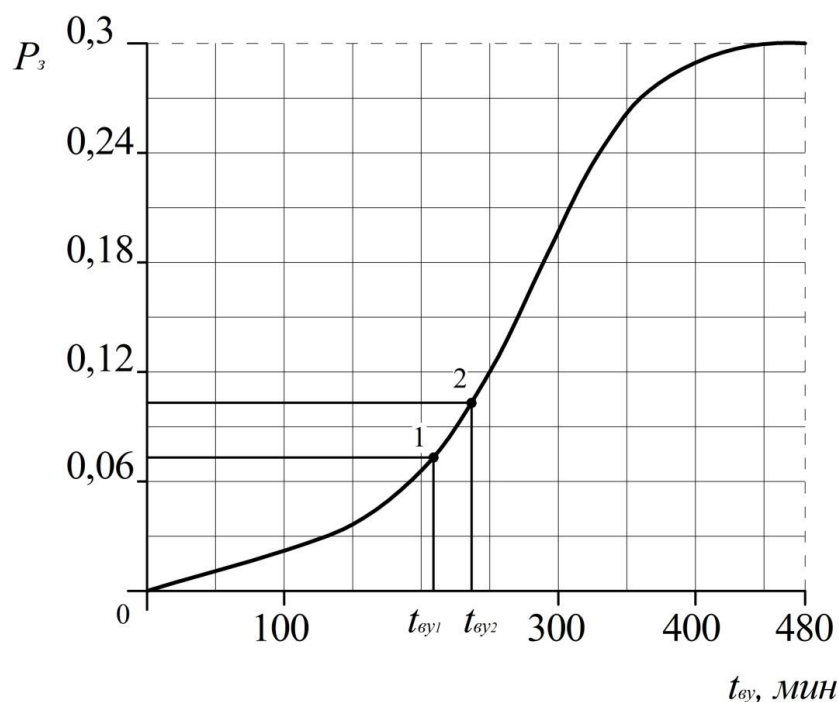


Рисунок 5. График зависимости вероятности возникновения заболевания от времени нахождения в условиях повышенной запыленности при и использовании автоматических и автоматизированных систем пылеудаления

Приведенные графические зависимости:

$$Y_1 = -6,211 \cdot 10^{-8} \cdot x^3 + 0,00011 \cdot x^2 - 0,05911 \cdot x + 11,83, \quad (16)$$

$$Y_2 = -7,122 \cdot 10^{-8} \cdot x^3 + 0,00012 \cdot x^2 - 0,069 \cdot x + 13,668, \quad (17)$$

$$Y_3 = -6,788 \cdot 10^{-8} \cdot x^3 + 0,00011 \cdot x^2 - 0,062 \cdot x + 12,141, \quad (18)$$

позволили выявить диапазон длин волн 620-630 нм (красный свет), при котором максимальные спектральные коэффициенты светопропускания k_{c3} составляют соответственно для типа средств индивидуальной защиты:

$$\text{ЗП8} - k_{c3}=0,996; \text{ГП-5} - k_{c3}=0,971; \text{ЗН-15А} - k_{c3}=0,987.$$

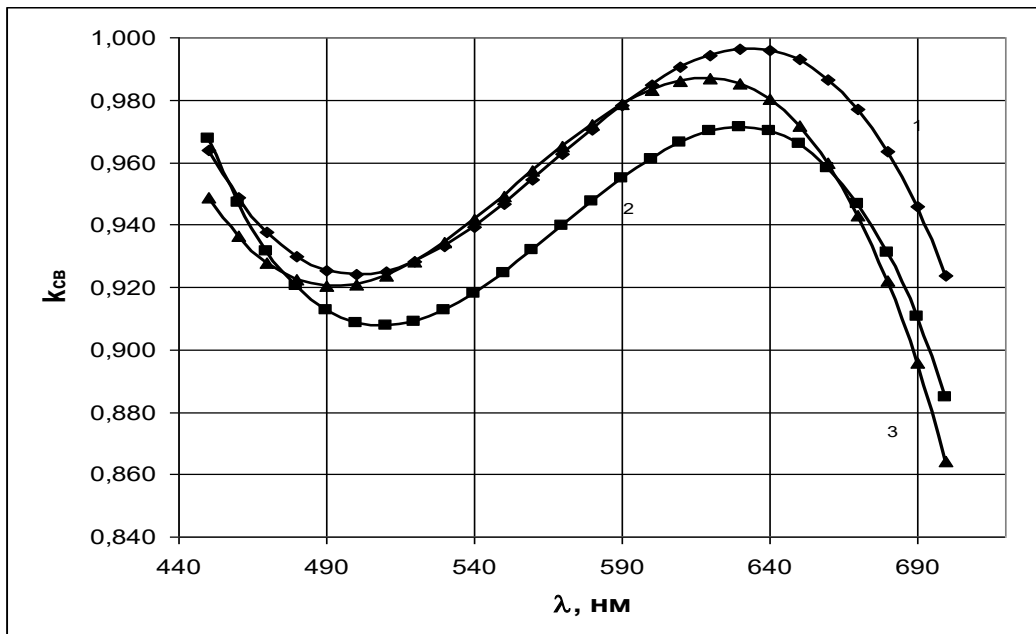


Рис. 6. Зависимости спектрального коэффициента светопропускания $k_{св}$ очковых стекол средств индивидуальной защиты от длины волны λ излучаемого света: 1 – очки закрытые пылезащитные с прямой вентиляцией подочкового пространства (типа ЗП); 2 – гражданский противогаз (типа ГП-5); 3 – очки закрытые пылезащитные с непрямой вентиляцией (типа ЗН)

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод о предпочтении защитных очков ЗП-8 по сравнению с другими исследуемыми СИЗ (ЗН и ГП-5) в условиях сочетанного действия запотевания стекол и повышенной запыленности воздуха при производстве сухого пищевого концентрата красной свеклы, а также важность работ по совершенствованию конструкции СИЗОЗ и выборе материала очковых стекол с целью уменьшения их запотеваемости.

Выводы:

Предлагаемая технология улучшения условий труда при производстве сухих пищевых концентратов с разработанной системой вентиляции промышленного предприятия (патент), устройством контроля запыленности воздуха (патент), установкой для имитации и контроля запотевания стекол защитных очков и методики оценки их эффективности, позволяют снизить на 60% вероятность нахождения во вредных условиях труда работающих.

Список использованной литературы

1. Шкрабак, В.С. Исследования эффективности улучшения условий труда работающих пищекоконтратных производств с использованием средств контроля / В.С. Шкрабак, Т.И. Белова, Е.М. Агашков // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета, - СПб, 2014. – №34. – С. 210-215.
2. Агашков, Е.М. Обоснование применения средств автоматизации систем вентиляции в условиях запыленности воздуха рабочей зоны [Текст] / Е.М. Агашков, Т.И. Белова, В.И. Гаврищук, // Развитие стратегии и тактики динамики снижения и ликвидации производственного травматизма и профессиональных заболеваний в АПК на основе работы трудовой школы Санкт-Петербургского государственного аграрного университета: сбор. науч. труд. – СПбГАУ. – СПб, 2012. – С. 104-106.
3. Агашков Е.М. Исследование систем автоматизированного удаления вредных веществ из воздуха производственных помещений в учебном процессе / Е.М. Агашков, Т.И. Белова, В.И. Гаврищук, Д.А. Кравченко // Научно-педагогические проблемы транспортных учебных заведений: материалы международной научно-практической конференции. – М.: МИИТ, 2010. – Выпуск 2. – С.11-14.

Практическое занятие 3

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАВМООПАСНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИ УСТРАНЕНИИ ТЕХНИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОТКАЗОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ АГРЕГАТОВ

Цель работы: изучить методику моделирования травмоопасных ситуаций при устранении технических и технологических отказов сельскохозяйственных агрегатов на примере картофелеуборочных агрегатов МТЗ-82+КПК-2-01 и обосновании параметров конструкции устройства, обеспечивающих максимальную эффективность защиты работающих в зонах неогражденных частей машин.

Содержание работы: два уровня минимизации травмоопасных ситуаций. Активная и пассивная безопасность применительно к сельскохозяйственному агрегату. моделирование травмоопасных ситуаций в виде блок-схем событий или деревьев событий при устранении технологических отказов в условиях эксплуатации картофелеуборочных комбайнов. Модель управления активной безопасностью картофелеуборочного агрегата КПК- 2 - 01. Обеспечение пассивной безопасности операторов картофелеуборочных агрегатов в зонах неогражденных частей машин. Обоснование параметров и выбор перспективных средств защиты работающих в сельскохозяйственном производстве

1 Основные сведения

Повышение эксплуатационной безопасности картофелеуборочных агрегатов МТЗ-82+КПК-2-01 обеспечивается за счет реализации двух уровней. Первый уровень связан с управлением активной безопасностью за счет минимизации экспозиции вынужденного нахождения операторов изучаемых машин в опасных зонах, второй - с управлением пассивной безопасностью за счет повышения эффективности защиты работающих в зонах карданных валов.

На основе обобщения результатов нами предлагается моделирование травмоопасных ситуаций в виде блок-схем событий или деревьев событий при устранении технологических отказов в условиях эксплуатации картофелеуборочных комбайнов (рис. 3.1, 3.2). На представленной схеме (рис. 3.1) событие Т – травмирование, которое может произойти при пересечении событий А, В, С, Д. Событие А связано с нахождением работающих в опасных зонах машины в условиях их эксплуатации; событие В обусловлено наличием фактора травмоопасности; событие С является следствием наличия неогражденной зоны карданного вала, связанных с использованием технических средств безопасности; событие Д может произойти при устранении технологических отказов в зонах карданных валов комбайна на расстоя-

нии, достаточном для травмирования (такие события в данном случае учесть невозможно).

В свою очередь событие В есть результат суммы событий В₁, когда вал отбора мощности трактора в результате устранения технологических отказов не отключен и В₂, когда вал отбора мощности отключен и может произойти его самовольное включение по известным причинам.

Событие С может быть при использовании существующих серийных защитных кожухов карданных валов С₁ или перспективных предохранительных устройств карданных валов С₂.

Событие А (рис. 2) есть результат суммы событий М, О, Е. Событие М может произойти при эксплуатации картофелеуборочных агрегатов в случаях срабатывания соответствующих предохранительных муфт из-за техно-логических отказов (событие М₀) М₀₁, М₀₂, М₀₃, ... М_{0n}; не приводящих к срабатыванию предохранительных муфт М₀, которое есть сумма событий М₀₁ (в процессе непосредственного выполнения технологического процесса) и М₀₂ (при простоях по организационным причинам). Кроме этого события М₀₁ и М₀₂ есть сумма соответственно событий М₀₁₁, М₀₁₂, М₀₂₁, М₀₂₂, связанных соответственно с устранением забиваний и неисправностей из-за забиваний рабочих органов машин во время выполнения технологического процесса, а событие Е – с устранением технических отказов, проведением технического обслуживания в условиях ремонтной мастерской (учет события Е не входит в задачи исследования).

Возможность травмирования в соответствии с блок-схемами математически выражается при использовании логических умножений (конъюнкций) и сложений (дизъюнкций) булевых переменных:

$$T = A \cdot B \cdot C = A (B_1 \vee B_2) (C_1 \vee C_2),$$

где знак \vee – логическое сложение булевых переменных В₁, В₂, С₁, С₂.

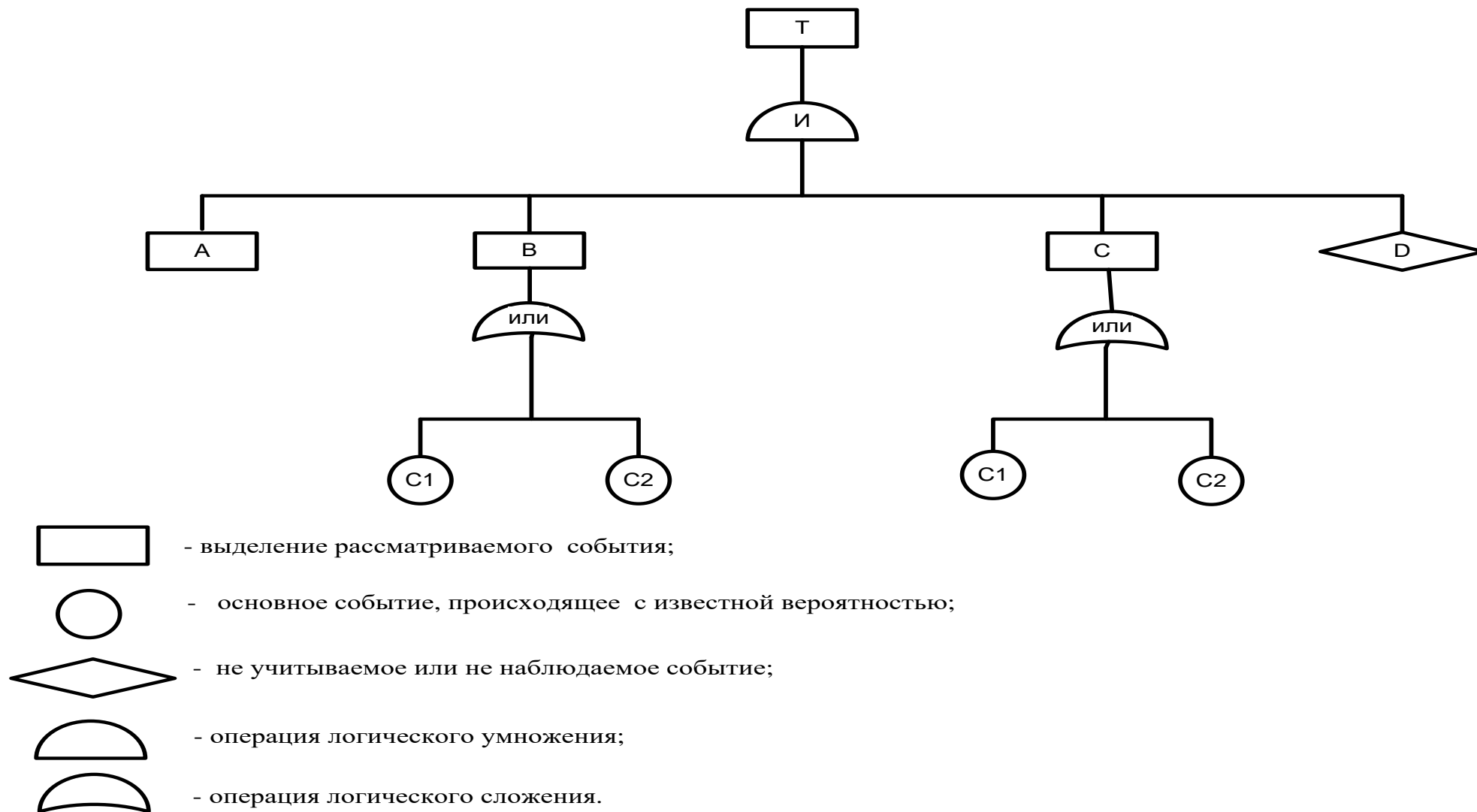


Рис.1. Моделирование травмоопасных ситуаций при нахождении в опасных зонах картофелеуборочных агрегатов

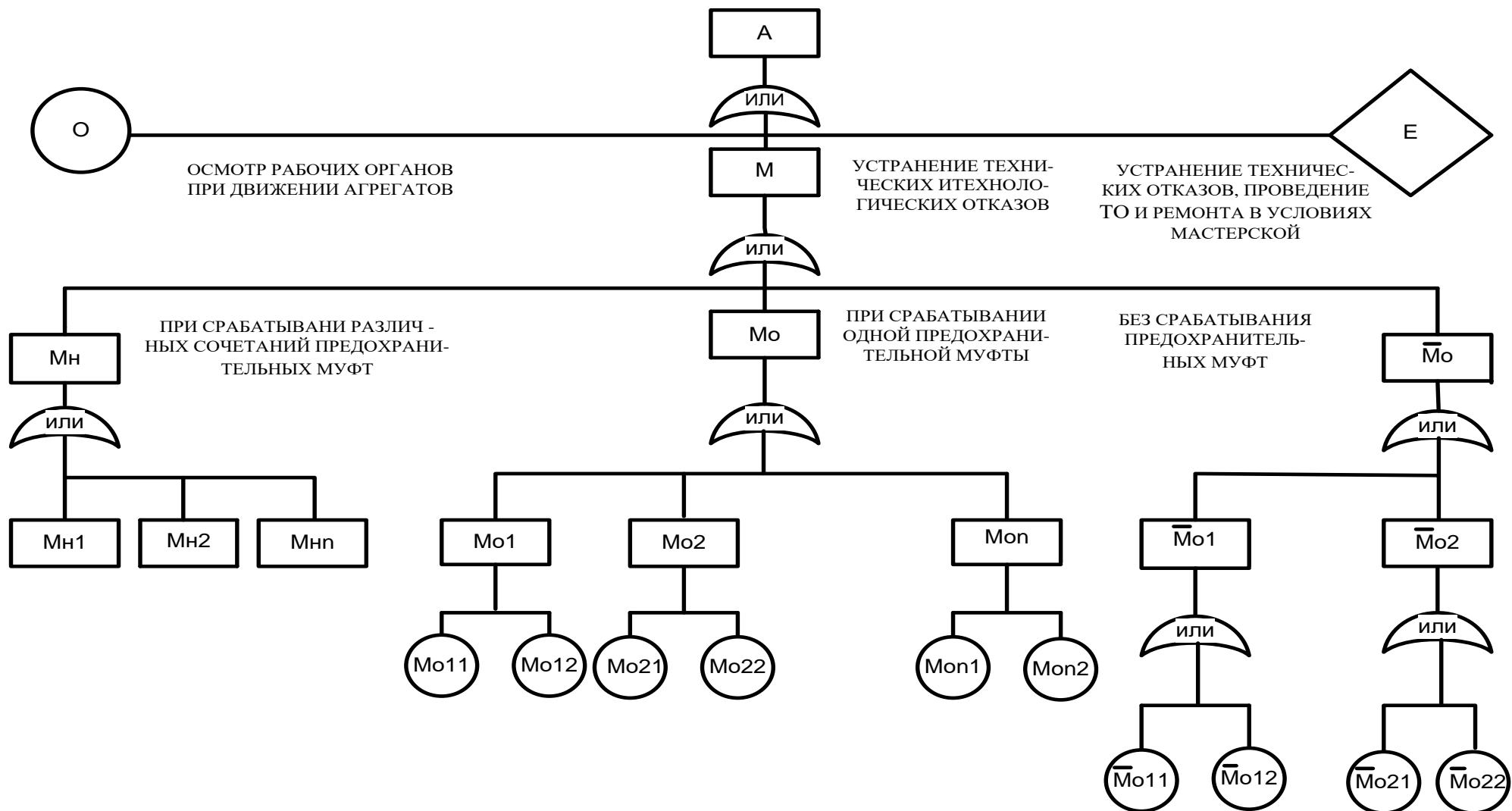


Рис 2. Моделирование травмоопасных ситуаций при устранении технических и технологических отказов в условиях эксплуатации картофелеуборочного агрегата

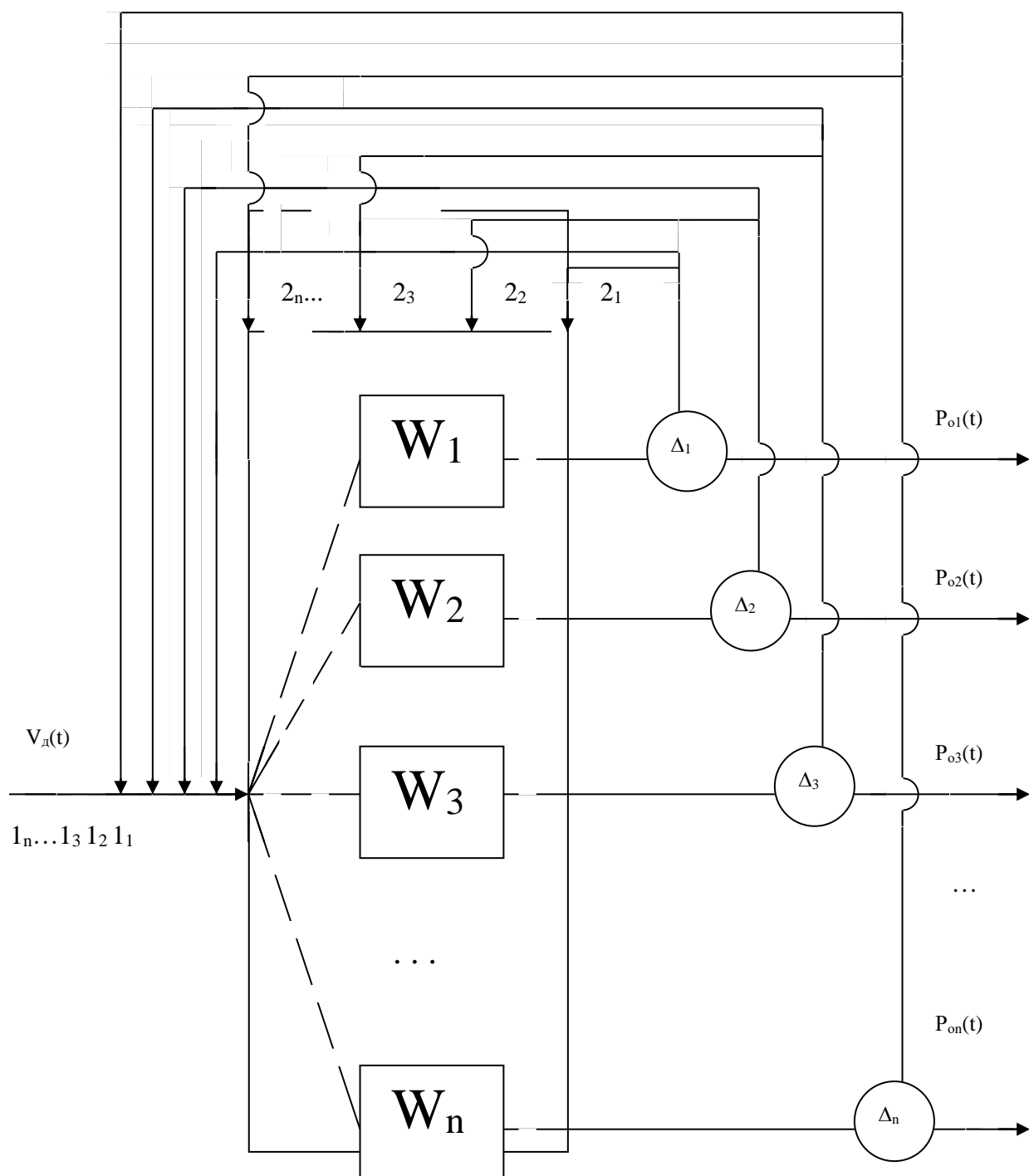


Рис.3 Модель управления активной безопасности
картофелеуборочного агрегата МТЗ-82+КПК -2-01

$$A = O \vee (M_{H1} \vee M_{H2} \vee \dots \vee M_{Hn}) \vee (M_{O11} \vee M_{O12} \vee M_{O21} \vee M_{O22}) \vee [(M_{O11} \vee M_{O12})$$

$$\vee \dots \vee (M_{On1} \vee M_{On2})]$$

В свою очередь функция А выражается в следующем виде:

Приведенная блок-схема событий, определяющих вероятность травмирования работающих при эксплуатации картофелеуборочного агрегата, математически представленная методами булевой алгебры, позволит моделировать различные травмоопасные ситуации, связанные с устранением технологических отказов для прогноза вероятности травмирования А, если известны вероятности элементарных событий О, М_{н1}, М_{н2}, М_{о11}, М_{о12}, М_{о21}, М_{о22}, М_{о11}, М_{о12}, М_{о21}, М_{о22}, М_{он1}, М_{он2}.

Модель управления активной безопасностью картофелеуборочного агрегата КПК- 2 -01 представлена на рис.3.

На схеме (рис.3.): V_д(t), P_{о1}(t), P_{о2}(t), P_{о3}(t), . . . P_{он}(t), - возмущающий и выходные процессы изменения рабочей скорости и вероятности технологических отказов картофелеуборочного агрегата при нахождении операторов в опасных зонах машин срабатывания соответствующей предохранительной муфты. Возмущающий процесс V_д(t) определяет уровень активной безопасности и степень выполнения агрегатом и оператором технологического процесса при обеспечении требуемой производительности и качества работ.

Параметры выходных процессов P_{о1}(t), P_{о2}(t), P_{о3}(t), . . . P_{он}(t) определяются вероятностно-статистическими оценками случайной последовательности дискретных значений P_{оi}, полученным согласно соотношениям:

$$\begin{aligned}
 P_{o1i} &= t_{o1i} / (T_{cm} - \sum_{i=1}^m t_{o1i}), \\
 P_{o2i} &= t_{o2i} / (T_{cm} - \sum_{i=1}^m t_{o2i}), \\
 P_{o3i} &= t_{o3i} / (T_{cm} - \sum_{i=1}^m t_{o3i}), \\
 &\dots \qquad \dots \qquad \dots
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

$$P_{oni} = t_{oni} / (T_{cm} - \sum_{i=1}^m t_{oni}),$$

где T_{cm} – общее время смены, ч;

t_{oni} – продолжительность устранения i -го технологического отказа картофелеуборочного агрегата, ч.

m – количество технологических отказов. Обратные связи $1_1 \div 1_n, 2_1 \div 2_n$ характеризуют управление активной безопасностью с целью соблюдения оптимального допусков $\Delta_1 \div \Delta_n$ на отклонение параметров $P_{o1} \div P_{on}$ от настроенного за счет:

- влияния на параметры технологического процесса картофелеуборочного агрегата за счет соблюдения эксплуатационных допусков $\Delta_{э1} \div \Delta_{эn}$;

- повышения эффективности технических методов и средств охраны труда за счет соблюдения исполнительных допусков $\Delta_{и1} \div \Delta_{ин}$.

Операторы $W_1 \div W_n$ динамической системы в трудовой науке по своему логическому смыслу представляют собой рейтинги безопасности или амплитудно-частотные характеристики активной безопасности $[R_{б1}(\omega)]^2 \div [R_{бn}(\omega)]^2$ при устранении технологических отказов в опасных зонах изучаемых машин.

В случае нормального распределения ординат процессов $V_d(t)$ и $P_{o1}(t) \div P_{on}(t)$, принадлежности их к классу стационарных и линейности модели для управления активной безопасностью картофелеуборочного агрегата нами используется метод идентификации, основанный на анализе свойств динамической системы, характеризующихся соотношением спектральных плотностей процессов на входе и выходе.

Для практической идентификации одномерной линейной системы используются следующие соотношения:

$$r_{б1}(i\omega) = S_{P_{o1} V_d}(\omega) / S_{P_{o1}}(\omega),$$

$$\begin{aligned}
r_{62}(i\omega) &= S_{P_{o2} V_d}(\omega) / S_{P_{o2}}(\omega), \\
r_{63}(i\omega) &= S_{P_{o3} V_d}(\omega) / S_{P_{o3}}(\omega), \\
&\dots \qquad \dots \\
r_{6n}(i\omega) &= S_{P_{on} V_d}(\omega) / S_{P_{on}}(\omega); \\
[R_{61}(\omega)]^2 &= S_{P_{o1}}(\omega) / S_{V_d}(\omega), \\
[R_{62}(\omega)]^2 &= S_{P_{o2}}(\omega) / S_{V_d}(\omega), \\
[R_{63}(\omega)]^2 &= S_{P_{o3}}(\omega) / S_{V_d}(\omega), \\
&\dots \dots \\
[R_{6n}(\omega)]^2 &= S_{P_{on}}(\omega) / S_{V_d}(\omega),
\end{aligned} \tag{2}$$

$$\tag{3}$$

где $r_{61}(i\omega)$, $r_{62}(i\omega)$, $r_{63}(i\omega)$, + ... $r_{6n}(i\omega)$, - частотные характеристики активной безопасности картофелеуборочного агрегата при настройках соответствующих предохранительных муфт 1,2,3, + ... + n;

$[R_{61}(\omega)]^2$, $[R_{62}(\omega)]^2$, $[R_{63}(\omega)]^2$... $[R_{6n}(\omega)]^2$ - амплитудно-частотные характеристики активной безопасности картофелеуборочного агрегата при настройках соответствующих предохранительных муфт 1,2,3, + ... + n;

$S_{V_d}(\omega)$, $S_{P_{o1}}(\omega)$, $S_{P_{o2}}(\omega)$, $S_{P_{o3}}(\omega)$, ... $S_{P_{on}}(\omega)$, - спектральные плотности процессов $V_d(t)$ и $P_{o1}(t)$ - $P_{on}(t)$ при настройках соответствующих предохранительных муфт 1,2,3, + ... + n;

$S_{P_{o1} V_d}(\omega)$, $S_{P_{o2} V_d}(\omega)$, $S_{P_{o3} V_d}(\omega)$, ... $S_{P_{on} V_d}(\omega)$ - взаимные спектральные плотности процессов $V_d(t)$ и $P_o(t)$ при настройках соответствующих предохранительных муфт 1,2,3, + ... + n;

Полученные амплитудно-частотные характеристики $[R_{\delta 1}(\omega)]^2 \div [R_{\delta n}(\omega)]^2$ могут быть аппроксимированы выражениями вида:

$$[R_{B1}(\omega)]^2 = \frac{(\alpha_1 \omega^2 + 1)K_1^2}{C_{11} \omega^4 + C_{21} \omega^2 + 1},$$

$$[R_{B2}(\omega)]^2 = \frac{(\alpha_2 \omega^2 + 1)K_2^2}{C_{12} \omega^4 + C_{22} \omega^2 + 1},$$

$$[R_{B3}(\omega)]^2 = \frac{(\alpha_3 \omega^2 + 1)K_3^2}{C_{13} \omega^4 + C_{23} \omega^2 + 1}, \quad (4)$$

...

$$[R_{Bn}(\omega)]^2 = \frac{(\alpha_n \omega^2 + 1)K_n^2}{C_{1n} \omega^4 + C_{2n} \omega^2 + 1};$$

$$[R_{B1}(\omega)]^2 = \frac{(d_1 \omega^4 + d_2 \omega^2 + 1)K_1^2}{C_{01} \omega^6 + C'_{11} \omega + C_{21} \omega^2 + 1},$$

$$[R_{B2}(\omega)]^2 = \frac{(d_{12} \omega^4 + d_{22} \omega^2 + 1)K_2^2}{C_{02} \omega^6 + C'_{12} \omega + C_{22} \omega^2 + 1},$$

$$[R_{B3}(\omega)]^2 = \frac{(d_{13} \omega^4 + d_{23} \omega^2 + 1)K_3^2}{C_{03} \omega^6 + C'_{13} \omega + C_{23} \omega^2 + 1},$$

...

...

(5)

$$[R_{Bn}(\omega)]^2 = \frac{(d_{1n} \omega^4 + d_{2n} \omega^2 + 1)K_n^2}{C_{0n} \omega^6 + C'_{1n} \omega + C_{2n} \omega^2 + 1},$$

которым соответствуют передаточные функции:

$$\begin{aligned}
 W_1(S) &= K_1^2 \frac{\tau_{21}S + 1}{T_{21}^2 S^2 + T_{31}S + 1}, \\
 W_2(S) &= K_2^2 \frac{\tau_{22}S + 1}{T_{22}^2 S^2 + T_{32}S + 1}, \\
 W_3(S) &= K_3^2 \frac{\tau_{23}S + 1}{T_{23}^2 S^2 + T_{33}S + 1}, \\
 &\dots \qquad \dots
 \end{aligned}
 \tag{6}$$

$$W_n(S) = K_n^2 \frac{\tau_{2n}S + 1}{T_{2n}^2 S^2 + T_{3n}S + 1};$$

$$W_1(S) = K_1^2 \frac{\tau_{11}^2 S^2 + \tau_{21}S + 1}{T_{11}^3 S^2 + T_{21}^2 S^2 + T_{31}S + 1},$$

$$W_2(S) = K_2^2 \frac{\tau_{12}^2 S^2 + \tau_{22}S + 1}{T_{12}^3 S^2 + T_{22}^2 S^2 + T_{32}S + 1},$$

$$W_3(S) = K_3^2 \frac{\tau_{13}^2 S^2 + \tau_{23}S + 1}{T_{13}^3 S^2 + T_{23}^2 S^2 + T_{33}S + 1},
 \tag{7}$$

...

$$W_n(S) = K_n^2 \frac{\tau_{1n}^2 S^2 + \tau_{2n}S + 1}{T_{1n}^3 S^2 + T_{2n}^2 S^2 + T_{3n}S + 1}.$$

$C_0 = T_1^6; C_1 = T_2^4; C_2 = T_3^2 - 2T_2^2; C_1^1 = T_2^4 - 2T_3T_1^3; d = \tau_2^2; d_1 = \tau_1^4; d_2 = \tau_2^2 - 2\tau_1^2;$
 где $T_1, T_2, T_3 -$

постоянные, имеющие размерность времени;

K - коэффициент усиления.

Анализ амплитудно-частотных характеристик активной безопасности $[R_{61}(\omega)]^2 \div [R_{6n}(\omega)]^2$ предполагает установление зависимостей коэффициентов

усиления K^2 и постоянных коэффициентов d_1, d_2, c_0, c_1, c_2 от факторов, характеризующих активную безопасность картофелеуборочного агрегата. На основании экспертного опроса механизаторов и поисковых исследований таким фактором является момент регулировки предохранительных муфт комбайнов. На практике механизаторы в основе случаев пользуются настройками предохранительных муфт лишь для того, чтобы их затянуть до полного схождения витков пружин, что соответствует отсутствию муфты. В этом случае при срабатывании одной из муфт вся силовая цепь от от вала приема мощности до срабатываемой муфты продолжает работать, в результате чего происходит забивание или поломка рабочих органов, которые не имели отношение к срабатываемой муфте, тем самым увеличивая время устранения технологического отказа. Кроме того, полное затягивание предохранительной муфты содействует более серьезным поломкам при эксплуатации агрегатов в условиях повышенных засоренности и влажности почвы. Если предохранительная муфта затянута слабо, то она срабатывает неоправданно часто, что снижает производительность агрегата. Необходимо также отметить, что одновременно сильное затягивание главной предохранительной муфты и слабое затягивание промежуточной муфты и наоборот, создают неравномерные нагрузки на рабочие органы, что также приводит к более частому появлению технологических отказов. В настоящем исследовании рациональной настройкой предохранительных муфт считается такая, при которой время устранения технологических отказов t_{oni} при нахождении операторов в опасных зонах агрегатов будет минимальным ($t_{oni} \rightarrow \min$). При этом оптимальная зависимость $P_o(t) = f(n, t)$ достигается за счет :

- сокращения количества технологических отказов n ;
- изменения времени устранения технологических отказов t_{oni} при неизменном их количестве n ;
- одновременного изменения t_{oni} и n .

В связи со случайным характером распределения отказов по отдельным

исполнительным органам, а также вероятностью устранения технологических отказов в опасных зонах картофелеуборочного агрегата МТЗ-82+КПК-2-01, настройки предохранительных муфт комбайна по условию максимальной безопасности операторов определяются исходя из вероятностно-статистических характеристик процессов $P_{o1}(t) \div P_{on}(t)$, которые в свою очередь зависят от вероятностно-статистических характеристик процесса $V_d(t)$ и амплитудно-частотных характеристик $[R_{\delta 1}(\omega)]^2 \div [R_{\delta n}(\omega)]^2$ активной безопасности машины.

Стратегия оптимизации амплитудно-частотных характеристик активной безопасности $[R_{\delta 1}(\omega)]^2 \div [R_{\delta n}(\omega)]^2$ картофелеуборочного агрегата определяется исходя из физического смысла функции спектральных плотностей $S_{P_{o1}}(\omega) \div S_{P_{on}}(\omega)$ процессов $P_{o1}(t) \div P_{on}(t)$, по кривым которым можно определить преобладающий спектр $\omega_{\delta 1} \div \omega_{\delta n}$ колебаний параметра и соответствующую ему дисперсию процесса. Исходя из логической сущности процессов $P_{o1}(t) \div P_{on}(t)$, частоты $\omega_{\delta 1} \div \omega_{\delta n}$ характеризуют преобладающую частоту отказов, а величины $D_{\delta 1} - D_{\delta n}$ – длительности сохранения отказов. Тогда цель оптимизации $\{(\omega_{\delta 1} \div \omega_{\delta n}) \rightarrow 0; (D_{\delta 1} \div D_{\delta n}) \rightarrow \min\}$ достигается минимизацией операторов $W_1 \div W_n$ по модулю, где ω_{δ} – частота, соответствующая пику спектральной плотности $S_{P_o}(\omega)$ процесса $P_o(t)$.

Условие $(\omega_{\delta 1} \div \omega_{\delta n}) \rightarrow$ соответствует

$$[R_{\delta 1}(0)]^2 = K_1^2 = f(\Pi_{H1}),$$

$$[R_{\delta 2}(0)]^2 = K_2^2 = f(\Pi_{H2}),$$

$$[R_{\delta 3}(0)]^2 = K_3^2 = f(\Pi_{H3}), \tag{8}$$

... ..

$$[R_{\delta n}(0)]^2 = K_{1n}^2 = f(\Pi_{Hn}),$$

а условие $(D_{\omega 1} \div D_{\omega n}) \rightarrow \min$ соответствует

$$\begin{aligned}
 [R'_{\delta 1}(\omega)]^2 &= 0 \\
 [R'_{\delta 2}(\omega)]^2 &= 0 \\
 [R'_{\delta 3}(\omega)]^2 &= 0 \\
 \dots &\quad \dots \\
 [R'_{\delta n}(\omega)]^2 &= 0
 \end{aligned} \tag{9}$$

где $[R'_{\delta 1}(\omega)]^2 \div [R'_{\delta n}(\omega)]^2$ – первые производные амплитудно-частотных характеристик активной безопасности картофелеуборочного агрегата соответственно по $\Pi_{H1} \div \Pi_{Hn}$.

Сопоставляя значения $[R_{\delta 1}(\omega)]^2 \div [R_{\delta n}(\omega)]^2$ оптимальные по первому и второму условиям цели, определяются точки $A_1 \div A_n$ соответствующие желательным регулировкам предохранительных муфт $\Pi_{H1}^{ж} \div \Pi_{Hn}^{ж}$

Полученные кривые зависимостей $\Pi_{H1} \div \Pi_{Hn}$ от коэффициентов $K_1^2 - K_n^2, d_{11} - d_{1n}, d_{21} - d_{2n}, c_{01} - c_{0n}, c_{11} - c_{1n}, c_{21} - c_{2n}$ представляют собой в основном уравнения не ниже 3 – го порядка, что создает сложности при подстановке этих зависимостей в выражения (3.4, 3.5) при определении оптимальных значений регулировок предохранительных муфт Π_H через приравнение к нулю первых производных функций $[R_{\delta 1}(\omega)]^2 \div [R_{\delta n}(\omega)]^2$ соответственно по $\Pi_{H1} \div \Pi_{Hn}$. Для этого проводят аппроксимацию уравнений коэффициентов $K_1^2 - K_n^2, d_{11} - d_{1n}, d_{21} - d_{2n}, c_{01} - c_{0n}, c_{11} - c_{1n}, c_{21} - c_{2n}$ в зависимости от значений регулировок муфт $\Pi_{H1} - \Pi_{Hn}$, по которым определяются значения $[R_{\delta 1}(\omega)]^2 \div [R_{\delta n}(\omega)]^2$ в зависимости от $\Pi_{H1} \div \Pi_{Hn}$.

Задача состоит в установлении возможности минимизации оценок математического ожидания M_p и дисперсии D_{p_0} процесса $P_0(t)$, а также – получение

ния благоприятного спектра дисперсии процесса в соответствии с целевыми функциями

$$(\omega_{\text{э1}} \div \omega_{\text{эн}}) \rightarrow 0; (D_{\text{э1}} \div D_{\text{эн}}) \rightarrow \min ,$$

где $\omega_{\text{э}}$ – частота, соответствующая пику спектральной плотности $S_{P_0}(\omega)$ процесса $P_0(t)$.

Для решения поставленной задачи устанавливается зависимость между средними значениями M_p и M_v . Через приравнивание к нулю первой производной $M_p = f(M_v)$ определяется среднее значение параметра технологического процесса $V_{\text{дн}}$, соответствующее $M_{p \text{ min}}$ и являющееся оптимальным (настроечным) по математическому ожиданию.

Обосновываются эксплуатационные допуски на отклонение реализаций процесса $V_{\text{д}}(t)$ картофелеуборочного агрегат от настроечного уровня $V_{\text{дн}}$ и определяются спектральные плотности $S_{V_{\text{дн}}}(\omega)$, $S_{V_{\text{д}}+\Delta_{\text{э}}}(\omega)$, $S_{V_{\text{д}}-\Delta_{\text{э}}}(\omega)$, соответственно при настроечном, верхнем и нижнем допуске значениях. Для этого исходя из искомым значений спектральных плотностей $S_{V_{\text{д}}}(\omega)$, строятся зависимости спектральной плотности процесса $V_{\text{д}}(t)$ от средних значений $V_{\text{д}}$, а затем с учетом эксплуатационных допусков получают $S_{V_{\text{дн}}}(\omega)$, $S_{V_{\text{д}}+\Delta_{\text{э}}}(\omega)$, $S_{V_{\text{д}}-\Delta_{\text{э}}}(\omega)$. В этом случае целесообразно проведение нескольких экспериментов при различных, близких к настроечному, режимах $V_{\text{д}}$.

С учетом полученных зависимостей коэффициентов аппроксимирующих выражений амплитудно-частотных характеристик K^2 , d_1 , d_2 , c_0 , c_1 , c_2 от параметра настройки предохранительных муфт $\Pi_{\text{н}}$ рассчитываются $[R_{\text{б}}(\omega)]_{\text{р}}^2$ при рациональном значении $\Pi_{\text{н}}$, верхнем $\Pi_{\text{н}} + \Delta_{\text{и}}[R_{\text{б}}(\omega)]_{\text{+}}^2$ и нижнем $\Pi_{\text{н}} - \Delta_{\text{и}}[R_{\text{б}}(\omega)]_{\text{-}}^2$ его уровнях.

Для выбора минимального $\sigma_{P_0 \text{ min}}$ и максимального $\sigma_{P_0 \text{ max}}$ значения среднего квадратического отклонения σ_{P_0} процесса $P_0(t)$ рассчитываются его значения при всех возможных сочетаниях параметров $V_{\text{д}}(t)$ и $[R_{\text{б}}(\omega)]^2$ в пределах соответствующих полей допусков из соотношений:

$$\begin{aligned}
\sigma_{Po1} &= \sqrt{\int_0^{\omega_k} S_{V_{\Delta t}}(\omega) [R_{\sigma}(\omega)]_p^2 d\omega}, \\
\sigma_{Po2} &= \sqrt{\int_0^{\omega_k} S_{V_{\Delta t}}(\omega) [R_{\sigma}(\omega)]_+^2 d\omega}, \\
\sigma_{Po3} &= \sqrt{\int_0^{\omega_k} S_{V_{\Delta t}}(\omega) [R_{\sigma}(\omega)]_-^2 d\omega}, \\
\sigma_{Po4} &= \sqrt{\int_0^{\omega_k} S_{V_{\Delta t} + \Delta_3}(\omega) [R_{\sigma}(\omega)]_p^2 d\omega}, \\
\sigma_{Po5} &= \sqrt{\int_0^{\omega_k} S_{V_{\Delta t} + \Delta_3}(\omega) [R_{\sigma}(\omega)]_+^2 d\omega}, \\
\sigma_{Po6} &= \sqrt{\int_0^{\omega_k} S_{V_{\Delta t} + \Delta_3}(\omega) [R_{\sigma}(\omega)]_-^2 d\omega}, \\
\sigma_{Po7} &= \sqrt{\int_0^{\omega_k} S_{V_{\Delta t} - \Delta_3}(\omega) [R_{\sigma}(\omega)]_p^2 d\omega}, \\
\sigma_{Po8} &= \sqrt{\int_0^{\omega_k} S_{V_{\Delta t} - \Delta_3}(\omega) [R_{\sigma}(\omega)]_+^2 d\omega}, \\
\sigma_{Po9} &= \sqrt{\int_0^{\omega_k} S_{V_{\Delta t} - \Delta_3}(\omega) [R_{\sigma}(\omega)]_-^2 d\omega}.
\end{aligned} \tag{10}$$

Второй уровень управления безопасностью труда в изучаемой ситуации основан на модели, представленной на рис. 4. На приведенной схеме:

$P_o(t)$ – процесс изменения вероятности технологических отказов картофелеуборочных машин в опасных зонах карданных валов;

$P_T(t)$ – процесс изменения параметра безопасности картофелеуборочного агрегата;

Δ^1 – интегральный допуск на параметры процесса $P_T(t)$, значения кото-

рого находятся в зависимости от степени соблюдения исполнительного допуска $\Delta_{и}'$ (обратная связь 2'), характеризующего качество управления безопасностью картофелеуборочных машин при устранении технологических отказов в зонах карданных валов.

Оператор W' динамической системы представляют собой амплитудно-частотную характеристику пассивной безопасности $[r_6(\omega)]^2$ при устранении технологических отказов в опасных зонах карданных валов изучаемых машин.

Реализация данного уровня управления безопасностью происходит в зависимости от тяжести последствий несчастных случаев. Если имеют место травмы с временной нетрудоспособностью, то есть возможность получения вероятностно-статистических характеристик процессов $P_0(t)$ и $P_T(t)$, по которым можно определить амплитудно-частотные характеристики пассивной безопасности $[r_6(\omega)]^2$ и параметры, определяющие их форму и модуль. Оптимизация параметров $[r_6(\omega)]^2$ достигается по критериям $P_T \rightarrow \min$, $\sigma_{P_T} \rightarrow \min$.

При инвалидном и летальном исходах получение реализаций процесса $P_T(t)$ невозможно, в связи с этим необходимо установление математического описания зависимости $P_T = f(P_0)$. Приняв предпосылку о том, что динамическая система (рис.4) работает без запаздывания, располагая реализациями процесса $P_0(t)$ и зависимостью $P_T = f(P_0)$, можно рассчитать параметры процесса $P_T(t)$, определить допуски на его протекание и оценить эффективность системы управления пассивной безопасностью картофелеуборочных агрегатов.

Для получения зависимости $P_T = f(P_0)$ вероятности травмирования карданными валами от величины вероятности технологических отказов необходимо проведение экспериментальных исследований применительно к конкретным условиям работы карданного вала при рядовой эксплуатации картофелеуборочного агрегата. Эксперимент проводится на карданном вале, защищенном надежным кожухом, исключающим травмирование работающих. До проведения эксперимента вся длина защитного кожуха разбивается и размечается на равные участки. При устранении технологических отказов исследователь наблюдает за траекторией рабочих перемещений оператора карто-

фелеуборочного агрегата (штриховые линии), регистрируют в журнале полевого опыта количество возможных контактов с карданным валом при условии отсутствия защитного кожуха. Условная проекция на кожух карданного вала точки траектории движения оператора, находящейся на минимальном расстоянии от кожуха, определяет зону, в которой может возникнуть изучаемая нами травмоопасная ситуация.

Построив вариационные ряды и определив частоты P_{oi} попадания оператора в конкретный разряд длины неогражденной зоны карданного вала, определяется максимальная вероятность травмирования, которая соответствует среднему количеству несчастных случаев от захвата карданными валами. При достаточно большом значении P_o операторы могут иметь контакт с карданным валом по всей его длине, в связи с этим частота попадания в этой зоне (B_n) соответствует всем случаям нахождения операторов в любой из размеченных зон, т.е. $P_{эн} = P_T = 1$. При меньшем значении P_o частота контактов с карданным валом по всей длине уменьшается, поэтому для каждой конкретной вероятности технологических отказов P_{oi} соответствует определенная зависимость $P_T = f(B)$, приведенная на рис.5, а. При необходимости можно построить зависимости $P_T = f(P_o)$ при различной длине незащищенной зоны карданного вала (рис.5,б), которые можно рассматривать как исходные требования к проектированию конструкций и определению параметров систем “защитный кожух - карданный вал”.

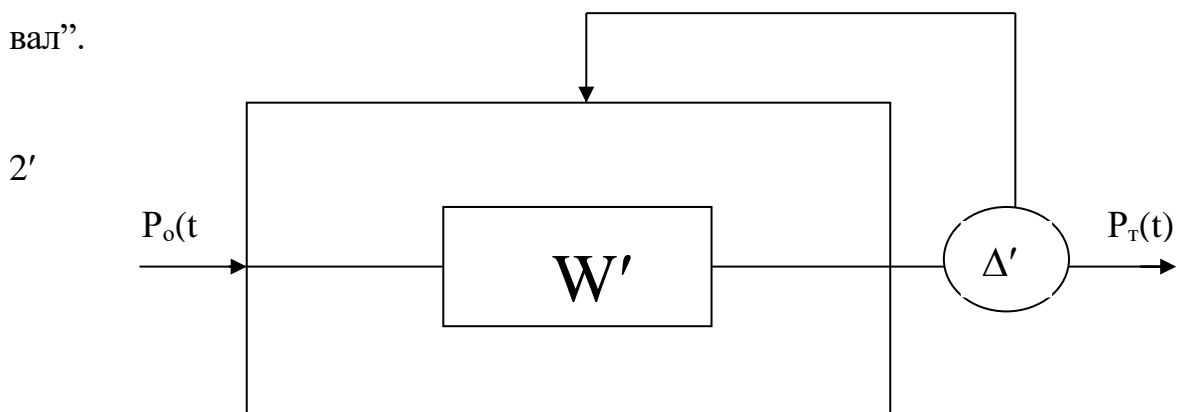


Рис.4. Модель управления пассивной безопасности картофелеуборочного агрегата МТЗ-82+КПК-2-01

Существующие и применяемые средства защиты работающих от карданных валов на данном этапе не обеспечивают безопасную эксплуатацию картофелеуборочных агрегатов, т.к. позволяют их эксплуатировать без применения защитных ограждений карданных валов.

2 Практическая часть

Обоснование предлагаемой конструкции и расчет параметров предохранительного устройства карданного вала

При выборе перспективной конструкции были учтены разработанная классификация предохранительных устройств карданных валов, их преимущества и недостатки и кинематика картофелеуборочного агрегата.

Устройство (рис. 6) состоит из валов-вилок 1 и 2, связанных с карданным валом агрегата и шлицевой втулки 3, сопрягаемой своей шлицевой

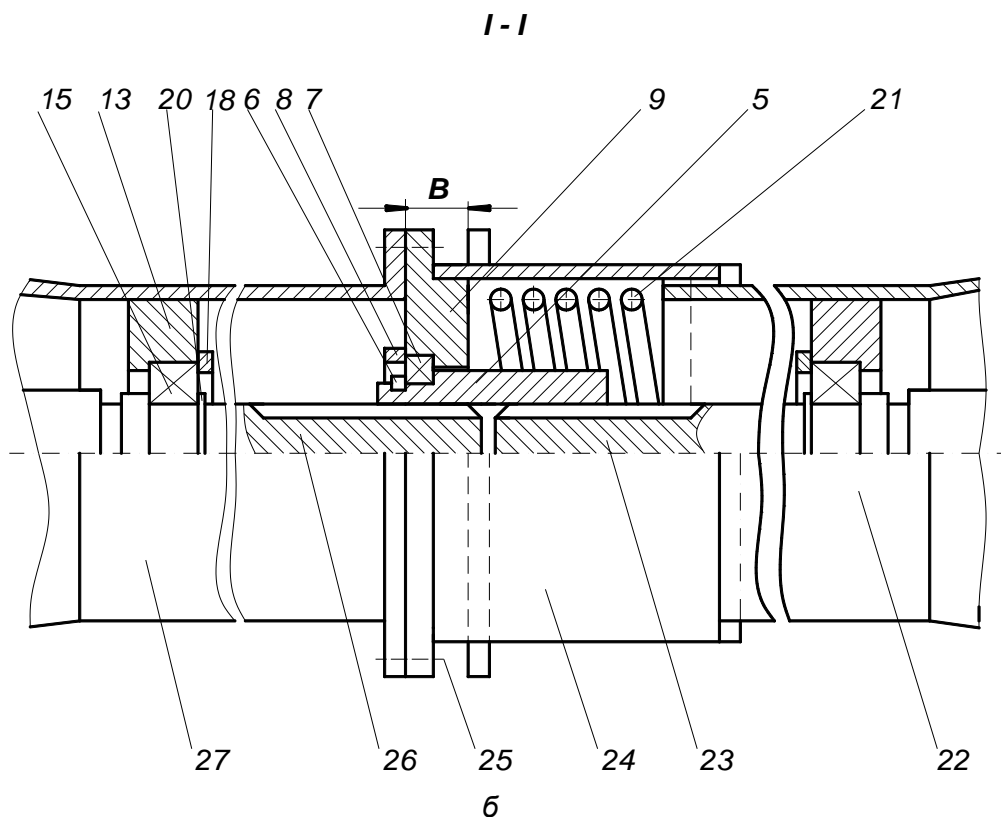
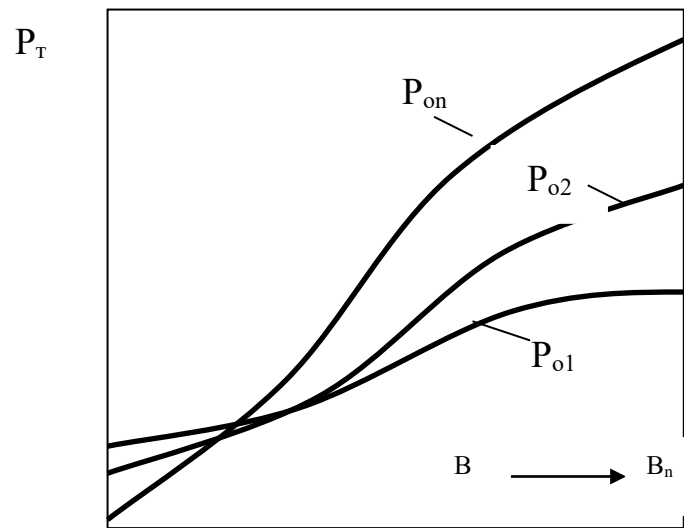
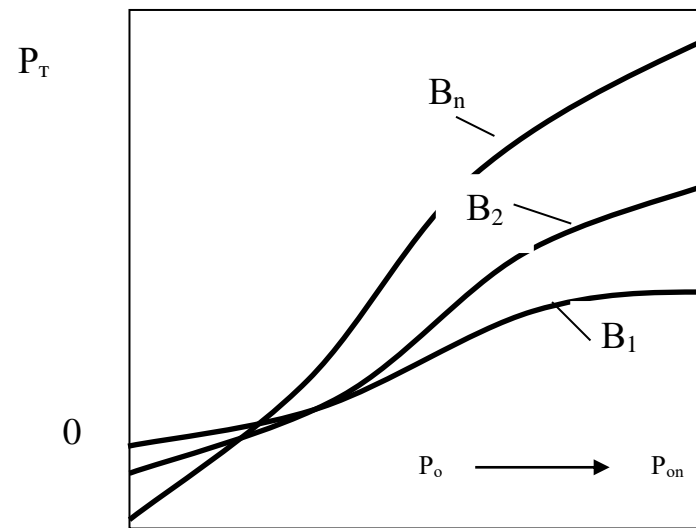


Рис. 6: а, б – Предохранительное устройство карданного вала на базе серийного защитного кожуха:
а – общий вид; б – вид 1-1 (механизм включения-выключения)



a)



б)

Рис.5. Схема зависимостей $P_T = f_1(B)$ при различных значениях P_o (а) и $P_T = f_2(P_o)$ при различных значениях B (б)

поверхностью с наружной шлицевой поверхностью концов обоих валов-вилок. На наружной поверхности шлицевой втулки стопорным кольцом 4 жестко закреплена внутренняя обойма подшипника качения 5, а наружная обойма зафиксирована крышкой 6 во внутренней проточке фланца включения 7. Защитный кожух состоит из двух трубчатых элементов 8 и 9, соединенных с карданными валами и третьего трубчатого элемента 10, связанного с фланцем включения 7, подпружиненным (пружина 11) относительно карданного вала исполнительной машины, причем внутренняя поверхность третьего трубчатого элемента 10 сопряжена с наружной поверхностью второго трубчатого элемента 9 с возможностью осевого перемещения во время включения и выключения устройства.

Работает предохранительное устройство карданного вала следующим образом. При подсоединении трактора к комбайну шлицевая втулка входит в зацепление с карданным валом трактора и фиксируется посредством жесткого болтового соединения фланца включения с первым трубчатым элементом защитного кожуха карданного вала трактора. Таким образом передача крутящего момента от ВОМ комбайну обеспечивается только при наличии защитного кожуха. При снятии защитного кожуха за счет отсоединения первого трубчатого элемента карданного вала трактора с фланцем включения и выхода из зацепления шлицевой втулки с карданным валом трактора прекращается передача крутящего момента от ВОМ комбайну.

Обеспечение безопасности труда операторов агрегата в опасной зоне рассматриваемого карданного вала основано на принципе недоступности. Прежде чем рассмотреть условия обеспечения "недоступности" прогнозируется вероятность возникновения опасных ситуаций. Из рис. 3.6 видно, что сочленение карданных валов тяговой и рабочей машины без установки защитного кожуха невозможно. Но при этом необходимо нейтрализовать возможную опасность, возникающую при попытке оператора снять защитный кожух при невыключенном ВОМ трактора.

Такая попытка, хотя и явно противоречивая требованиям безопасности, логична при остановленном агрегате. В это время на карданном вале проме-

жучного соединения тяговой и рабочей машин действует момент $M_{\text{хх}}$, достаточный для привода рабочих органов ККУ-2А без нагрузки. Опасная ситуация состоит в следующем. Комбайнер или тракторист предпринимают попытку сдвинуть элемент 10 защитного кожуха при не выключенном ВОМ трактора. Чтобы сдвинуть элемент 10 необходимо освободить болты крепления к элементу 9 защитного кожуха. Это делается без каких-либо помех и повышенной опасности. При сдвигании же элемента 10 между ними и элементом 8 возникает опасная зона, ширина которой равна перемещению сдвигу B' элемента 10.

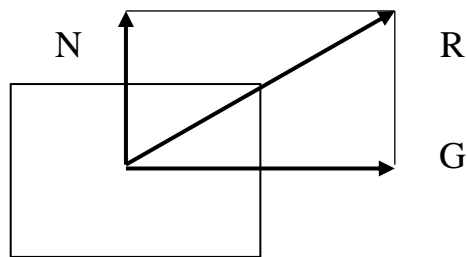


Рис. 7. План сил при снятии защитного кожуха карданного вала при включенном ВОМ.

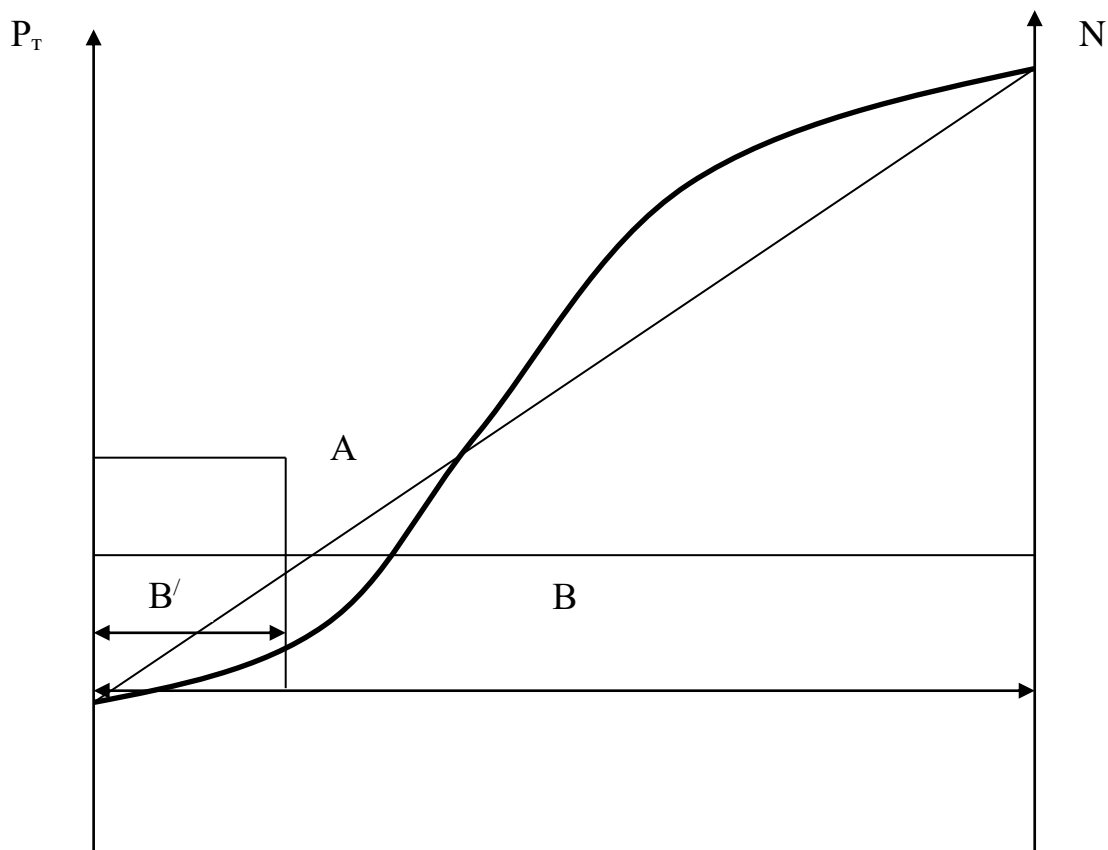


Рис. 8. Схема определения вероятности травмирования

В целях обеспечения безопасности операторов картофелеуборочного агрегата, в данной ситуации необходимо создать искусственное сопротивление Q сдвигу элемента 10 защитного кожуха карданного вала.

В целях обеспечения безопасности операторов картофелеуборочного агрегата необходимо создать искусственное сопротивление Q сдвигу элемента 10 защитного кожуха карданного вала

$$Q = F_{\text{тр}} + P, \quad (11)$$

где $F_{\text{тр}}$ – усилие трения в парах шлицевой вал – шлицевая втулка, возникающее при осевом сдвиге втулки под нагрузкой $M_{\text{хх}}$;

P – сила пружины 11 (рис.6).

Усилие трения

$$F_{\text{тр}} = \mu' \times P_o, \quad (12)$$

где $\mu' = 0,06$ – коэффициент трения по стали со смазкой;

$P_o = M_{\text{хх}}/r_d$ – окружное усилие в шлицевой паре;

r_d – радиус делительной окружности шлицевого соединения.

При определении параметров пружины исходили из норматива поднимаемого и переносимого на руках груза для мужчин $R = 50$ кг. Из этого норматива следует, что сила пружины 11 (рис. 6) в конце ее сжатия, т.е. в нормальном положении элемента 10 при сочленении ВОМ с ВПМ должно относительно легко преодолеваться механизатором с некоторыми среднестатистическими данными развития. Расчеты параметров пружины производятся по известной методике, например, которая показана в дальнейшем изложении.

Исходные данные для расчета: $D = 104,5$ мм - наружный диаметр пружины, определяемый как средний диаметр элемента 9 защитного кожуха $D_{14} = 100$ мм плюс выбранный диаметр проволоки пружины $d = 4,5$ мм;

$Z_1 = 2,2$ кг/мм - жесткость одного витка пружины сжатия 10 класса 1 разряда по ГОСТ 13771- 68 с параметрами $D = 104,5$ мм, $h = 4,5$ мм;

$P_0 = 0$ - сила пружины при предварительной деформации;

$P_2 = 50$ кг - рабочий ход пружины при рабочей деформации;

$h = 50$ мм - рабочий ход пружины, равный половине длины шлицевой втулки 3 (рис.6).

Таким образом, получены все необходимые данные для выбора и изготовления пружины предохранительного устройства, а также для оценки надежности защиты работающих в зоне карданного вала при попытке оператора снять элемент 8 защитного кожуха карданного вала с неотключенным ВОМ.

План сил при данной опасной ситуации показан на рис. 7. На данном плане $G = Q$. Для того, чтобы сдвинуть элемент кожуха необходимо преодолеть силу G . Для этого усилие сжатия кожуха руками N должно создавать силу трения $F_{тр}' \geq G$. Тогда $F_{тр}' \geq G = N \mu''$. Откуда

$N \geq G / \mu''$, а результирующая сила

$$R = \sqrt{G^2 + G^2 / \mu''^2} = G \sqrt{1 + 1 / \mu''^2}. \quad (13)$$

При известных $M_{xx} = 45$ Нм и $r_d = 15$ мм найдем, что $P_0 = 300$ кг. При коэффициенте трения закаленной стали со смазкой $\mu'' = 0,06$, $P_0 = 18$ кг. Тогда $G = 18 + P_{пр}$. Если ограничить значением 50 кг, соответствующем нормативу поднимаемого и переносимого груза для мужчин, и принять коэффициент трения μ'' кожи рук или рукавиц по стали 0,5, то формула (29) после подстановки известных значений G и μ'' примет вид

$$50 = (18 + P_{пр}) \sqrt{1 + 1 / 0,25},$$

откуда можно определить, что при усилении $R = 50$ кг, затрачиваемом на сдвиг элемента 10 (рис.3.6) на пружину приходится усилие $P_{пр} \approx 30$ кг. Тогда согласно характеристики пружины получим ширину незащищенной зоны $B = 30$ мм.

Если принять предпосылку о линейном характере зависимости вероятности травмирования вследствие наматывания на карданный вал P_T от ширины опасной зоны B (см. кривую рис. 8), то можно определить вероятность травмирования при использовании предложенного предохранительного устройства графическим способом. Она определяется как проекция точки A на ось Y , соответствующую P_T или среднестатистическому количеству несчастных случаев с летальным исходом от наматывания на карданные валы N .

Линейное представление кривой $P_T = f(B)$ при малой ширине незащищенной зоны карданного вала оправдано, поскольку дает завышенные значения вероятности травмирования операторов. Поэтому прогнозируемые по линейному графику $P_T = f(B)$ позволяют гарантировать, что они не будут больше фактических.

Таким образом получен алгоритм оценки надежности предохранительных устройств карданных валов, но для его практического использования необходимо проверить правильность искомых предпосылок, относящихся к значениям коэффициентов трения μ' , μ'' , а также предельного значения нагрузки для мужчин. Поэтому предусмотрена соответствующая проверка.

Выводы:

- разработанные блок-схемы событий, определяющие травмоопасность операторов картофелеуборочных агрегатов, математически представленные методами булевой алгебры, позволяющие учесть все многообразие факторов, влияющих на вероятность травмирования при устранении технологических отказов в зонах карданных валов, определить вероятность травмирования с использованием существующих и перспективных методов и средств охраны труда при известных вероятностях элементарных событий;

Список используемых источников

1. Статистическая динамика безопасности технологических систем АПК / В.С.Шкрабак, В.А.Елисейкин, Е.В.Пыханова, Т.И.Белова.-С.Пб., 1996.-365с.-Деп.в НИИТЭИагропром 23.09.96 № 183 ВС-96.

2. Елисейкин В.А., Белова Т.И., Бочарова Н.А. и др. Оценка влияния технологических забиваний средств механизации АПК на безопасность // Проблемы безопасности в АПК в условиях многоукладной экономики: Сб науч.тр. СПГАУ.-С.-Пб, 1995.- С.118-120.

3. Белова Т.И., Куплевацкий Н.М. Модель безопасного функционирования механизмов картофелеуборочного комбайна // Пути обеспечения безопасности жизнедеятельности в АПК: Сб науч.тр. СПГАУ.-С.-Пб, 1991.- С.86-87.

4. Шкрабак В.С., Елисейкин В.А., Белова Т.И. Повышение безопасности операторов средств механизации минимизацией опасных ситуаций и совершенствованием конструкций противонаматывающих устройств карданных валов // Охрана труда работников АПК в условиях перехода к рыночным отношениям: Сб.науч.тр. СПГАУ.-С.-Пб, 1992.-С.3-15.

5. Белова Т.И. и др. Теоретические основы повышения безопасности карданных валов картофелеуборочных машин.- С.-Пб., 1994.-39с.-Деп. в НИИТЭагропром 19.12.94 № 139 ВС-94.

6. Шкрабак В.С., Елисейкин В.А., Белова Т.И. Особенности сертификации безопасности технологических систем агропромышленного комплекса. С.-Пб., 1995.-39с.-Деп. в НИИТЭагропром 05.07.95 № 139 ВС-95.

7. Белова Т.И. Минимизация травмоопасных ситуаций операторов картофелеуборочных агрегатов.-Инф.л. № 58-93.-Брянск: ЦНТИ, 1993.-4с.

8. Шкрабак В.С., Елисейкин В.А., Белова Т.И., Копылов Г.Н. Особенности мониторинга безопасности операторов сельскохозяйственной техники // Техника в сельск.хоз-ве, 1993, № 2.-С.7-9.

9. Дэвид Браун Б. Анализ и разработка систем обеспечения техники безопасности.-М.: Машиностроение, 1979.-359с.

10. Елисейкин В.А. Идентификация и пути снижения опасностей при технологических отказах сельскохозяйственных машин / Дисс...д-ра техн. наук.-Красноярск, 1997.-43с.

11. Статистическая динамика безопасности технологических систем АПК / В.С.Шкрабак, В.А.Елисейкин, Е.В.Пыханова, Т.И.Белова.-С.Пб., 1996.-365с.-Деп.в НИИТЭИагропром 23.09.96 № 183 ВС-96.

12. Елисейкин В.А. Применение вероятностных моделей механизированных процессов для идентификации методов и технических средств охраны труда // Пути повышения безопасности в агропромышленном производстве: Сб.науч.тр. СПГАУ.-С.-Пб., 1993.-С.92-108.

Самостоятельная работа № 1

Опасности в жизнедеятельности и их влияние на человека и окружающую среду

Безопасность жизнедеятельности - наука о сохранении здоровья и жизни человека в среде обитания, научная дисциплина изучающая опасности, закономерности их развития, способы и средства защиты от них.

Жизнедеятельность - совокупность всех форм человеческой активности.

Биосфера - область распространения жизни на земле, вкл нижний слой атмосферы, гидросферы, верхний слой литосферы, не испытавшие техногенного воздействие.

Техносфера - регион биосферы в прошлом преобразованный людьми с помощью прямого или косвенного воздействия технических средств целях улучшения материальных и социальных потребностей.

Среда обитания - окружающая человека среда, обусловленная в данный момент совокупностью факторов, способная оказать прямое или косвенное, немедленное или отдаленное воздействие на деятельность человека, здоровье, потомство.

Происшествие - событие, состоящее из негативных воздействий с причин ущерба людскими, природным или материальными ресурсами.

Авария - происшествие в технической системе, не сопровождающее гибелью людей, при котором восстановление технических средств невозможно или экономически невыгодно.

Катастрофа - происшествие в технической сфере, сопровождающее пропажей безвести людей или гибелью.

Опасность - угроза, негативные свойства живой и неживой материи, способное причинить ущерб самой материи: людям, природной среде, материальным ценностям.

Безопасность - такое состояние объекта защиты, при котором воздействие на него всех потоков вещества, энергии и информации не превышает допустим значений. По происхождению опасности делят на естественные, техногенные и антропогенные. Естественные опасности обусловлены климатическими и природными явлениями. Возникают при изменении погодных условий и стихийных явлений. Человек воздействует на окружающую среду (ОС) своей деятельностью и продуктами деятельности, создавая в ОС техногенные и антропогенные опасности. Техногенные опасности создают элементы техносферы - машины, сооружения, вещества. Производственные опасности: запыленность и загазованность воздуха, шум, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения, повышенные или пониженные параметры атмосферного воздуха (температура, влажность, подвижность воздуха, давление), недостаточное и неправильное освещение, монотонность деятельности, тяжелый физический труд, электрический ток, падающие предметы, высота, движущиеся машины и механизмы, части разрушающихся конструкций. Антропогенные опасности возникают в результате ошибочных действий человека или групп людей.

По видам потоков в жизненном пространстве опасности делят на массовые, энергетические и информационные, а по интенсивности на опасные и чрезвычайно опасные. По длительности воздействия опасности классифицируют на постоянные, переменные и импульсные.

Постоянные опасности действуют в течение рабочего дня, суток. Переменные опасности характерны для условий реализации циклических процессов: шум в зоне аэропорта или около транспортной магистрали.

По видам зоны воздействия опасности делят на производственные, бытовые, городские зон чрезвычайных ситуаций.

По размерам зоны воздействия опасности классифицируют на локальные, региональные, межрегиональные и глобальные.

По степени завершенности воздействия опасности на объекты защиты делят на потенциальные, реальные и реализованные.

Потенциальная опасность представляет угрозу общего характера, не связанную с пространством и временем воздействия. Реальная опасность всегда связана с конкретной угрозой воздействия на объект защиты (человека); она координирована в пространстве и во времени. Реализованная опасность - факт воздействия реальной опасности на человека и/или среду обитания, приведший к потере здоровья или к летальному исходу человека, к материальным потерям.

Техногенная опасность - состояние, внутренне присущее технической системе, промышленному или транспортному объекту, реализуемое в виде поражающих воздействий источника техногенной чрезвычайной ситуации на человека и окружающую среду при его возникновении, либо в виде прямого или косвенного ущерба для человека и окружающей среды в процессе нормальной эксплуатации этих объектов. К техногенным относятся чрезвычайные ситуации, происхождение которых связано с производственно-хозяйственной деятельностью человека на объектах техносферы. Как правило, техногенные ЧС возникают вследствие аварий, сопровождающихся самопроизвольным выходом в окружающее пространство вещества и (или) энергии. Базовая классификация ЧС техногенного характера строится по типам и видам чрезвычайных событий, инициирующих ЧС транспортные аварии (катастрофы); пожары, взрывы, угроза взрывов; аварии с выбросом (угрозой выброса) ХОВ; аварии с выбросом (угрозой выброса) РВ; аварии с выбросом (угрозой выброса) биологически опасных веществ; внезапное обрушение

зданий, сооружений; аварии на электроэнергетических системах; аварии в коммунальных системах жизнеобеспечения; аварии на очистных сооружениях; гидродинамические аварии.

К зонам со значительными техногенными опасностями относятся транспортные магистрали, зоны излучения радио- и телепередающих систем, промышленные зоны и т. п. Возможно проявление опасности при использовании человеком на производстве и в быту технических устройств: электрических сетей и приборов, станков, ручного инструмента, газовых баллонов и газовых сетей, оружия и т. п. Возникновение опасности в таких случаях связано, как правило, с наличием неисправностей в технических устройствах или неправильными действиями человека при их использовании. Уровень опасности при этом определяется энергетическими показателями технических устройств, которые существенно возросли в XX столетии, поскольку человек получил в свое распоряжение мощную технику, огромные запасы углеводородного сырья, химических и бактериологических веществ. Промышленные предприятия, объекты энергетики, связи и транспорт являются основными источниками энергетического загрязнения промышленных регионов, городской среды, жилищ и природных зон. К энергетическим загрязнениям относят вибрационное и акустическое воздействия, электромагнитные поля и излучения, воздействия радионуклидов и ионизирующих излучений. Вибрации в городской среде и жилых зданиях, источниками которых являются технологическое оборудование ударного действия, рельсовый транспорт, строительные машины и тяжелый автотранспорт, распространяются по грунту. Значительные вибрации и шум в жилых зданиях могут создавать расположенные в них технические устройства (насосы, лифты, трансформаторы и т. п.). Шум в городской среде и жилых зданиях создается транспортными средствами, промышленным оборудованием, санитарно-техническими установками и устройствами и др. На городских магистралях и в прилегающих к ним зонах уровни звука могут достигать 70...80 дБА, а в отдельных случаях 90 дБА и более. В районе аэропортов уровни звука еще выше. Источники инфразвука могут быть как естественного происхождения (обдувание ветром

строительных сооружений и водной поверхности), так и техногенного (подвижные механизмы с большими поверхностями - виброплощадки, виброгрохоты; ракетные двигатели, ДВС большой мощности, газовые турбины, транспортные средства). В отдельных случаях уровни звукового давления инфразвука могут достигать нормативных значений, равных 90 дБ, и даже превышать их на значительных расстояниях от источника. Основными источниками электромагнитных полей (ЭМП) радиочастот являются радиотехнические объекты (РТО), телевизионные и радиолокационные станции (РЛС), термические цехи и участки (в зонах, примыкающих к предприятиям). Воздействие ЭМП промышленной частоты чаще всего связано с высоковольтными линиями (ВЛ) электропередач, источниками постоянных магнитных полей, применяемыми на промышленных предприятиях. Зоны с повышенными уровнями ЭМП, источниками которых могут быть РТО и РЛС, имеют размеры до 100... 150 м. При этом даже внутри зданий, расположенных в этих зонах, плотность потока энергии, как правило, превышает допустимые значения. ЭМП промышленной частоты в основном поглощаются почвой, поэтому на небольшом расстоянии (50... 100 м) от линий электропередач электрическая напряженность поля падает с десятков тысяч вольт на метр до нормативных уровней.

Значительную опасность представляют магнитные поля, возникающие в зонах около ЛЭП токов промышленной частоты, и в зонах, прилегающих к электрифицированным железным дорогам. Магнитные поля высокой интенсивности обнаруживаются и в зданиях, расположенных в непосредственной близости от этих зон. В быту источниками ЭМП и излучений являются телевизоры, дисплеи, печи СВЧ и другие устройства.

Электростатические поля в условиях пониженной влажности (менее 70 %) создают паласы, накидки, занавески и т. д. Микроволновые печи в промышленном исполнении не представляют опасности, однако неисправность их защитных экранов может существенно повысить утечки электромагнитного излучения. Экраны телевизоров и дисплеев как источник электромагнитного излучения в быту не представляют большой опасности даже при дли-

тельном воздействии на человека, если расстояния от экрана превышают 30 см. Однако служащие отделов ЭВМ испытывают недомогание при регулярной длительной работе в непосредственной близости от дисплеев.

Деятельность человека является важным, необходимым звеном, обеспечивающим взаимосвязь технических систем. При этом человек, оперируя энергетическими и информационными потоками, решает задачи, состоящие из ряда этапов: восприятие информации; ее оценка, анализ и обобщение на основе заранее заданных и сформулированных критериев, принятие решения о дальнейших действиях, исполнение принятого решения. Однако на всех этапах деятельности возможны ошибочные действия человека. Анализ данных по техногенным авариям и катастрофам показывает, что значительная доля опасностей возникает в результате ошибочных, неправильно принятых человеком решений, когда он сам становится источником опасности. По статистике около 45 % аварийных ситуаций на АЭС, свыше 60 % аварий на объектах с повышенным риском, 80 % авиакатастроф и катастроф на море, а также 90 % автомобильных аварий происходит из-за неправильных действий людей. Ошибка определяется как невыполнение поставленной задачи (или выполнение человеком запрещенного действия), которое может явиться причиной тяжелых последствий - травм, гибели людей, повреждения оборудования или имущества либо нарушения нормального хода запланированных операций. Ошибки по вине человека могут происходить в различных сферах и условиях его жизнедеятельности:

- на отдыхе, во время путешествия, при занятии спортом: при управлении автотранспортом; неосторожном обращении с огнем, острыми предметами, оружием; при купании в водоемах; во время путешествия в горах; на тренировках и соревнованиях по различным видам спорта;

- в быту: при использовании электроприборов, бытового газа, открытого огня, ядохимикатов, инструмента и приспособлений; при обращении с бытовыми отходами, кипящими жидкостями, с предметами, содержащими ртуть; потреблении недоброкачественных продуктов, алкоголя, медикаментов и т. д.; в сфере производственной деятельности: при нарушении уста-

новленного режима работы и бездействию в момент, когда его участие в процессе деятельности необходимо;

- в чрезвычайных ситуациях естественного и техногенного происхождения, связанные, как правило, с неподготовленностью людей к действиям в ЧС; с неумением их предвидеть, например при обращении с горючими и взрывчатыми веществами или управлении сложными техническими системами; при сходе лавин, селей и т. п.; при общении людей между собой: источниками ошибок могут быть непорядочность, небрежность, месть, ревность, оскорбления, религиозные и национальные конфликты и т. п.; при управлении экономикой и государственной деятельности - ошибки часто обусловлены стремлением людей нарушить законы природы.

Самостоятельная работа № 2

Характеристика факторов, воздействующих на формирование опасностей в техносфере. Нормативно – правовое обеспечение безопасности

Снижение потоков в опасных зонах около источника опасности достигается сокращением размеров опасных зон; Для ограничения вредного воздействия на человека и среду обитания к технической системе предъявляются требования по величине выделяемых в среду токсичных веществ в виде предельно допустимых выбросов или сбросов (ПДВ или ПДС), а также по величине энергетических загрязнений в виде предельно допустимых излучений в среду обитания. Значения ПДВ и ПДС определяют расчетом, исходя из значений ПДК в зонах пребывания человека. Величины предельных излучений находят, исходя из предельно допустимых уровней (ПДУ) воздействия загрязнения и расстояния между источником излучения и зоной пребывания человека.

Уменьшение отходов систем при их эксплуатации - радикальный путь к снижению воздействия вредных факторов.

Наибольшие трудности в ограничении размеров зон воздействия травмирующих факторов возникают при эксплуатации технических систем повышенной энергоемкости (хранилищ углеводородов, химических произ-

водств, АЭС и т.д.). При авариях на таких объектах травмоопасные зоны охватывают, как правило, не только производственные зоны, но и зоны пребывания населения. Основными направлениями в ограничении размеров зон травмоопасности таких объектов являются:

- совершенствование систем безопасности объектов;
- непрерывный контроль источников опасности;
- достижение высокого профессионализма операторов технических систем.

Совершенство технической системы по травмоопасности оценивают величиной допустимого риска.

Снижение травмоопасности технических систем достигается их совершенствованием с целью реализации допустимого риска.

Варьируя взаимным расположением опасных зон и зон пребывания человека в пространстве, можно существенно влиять на решение задач по обеспечению безопасности жизнедеятельности. Радикальным способом обеспечения безопасности является разведение в пространстве опасных зон и зон пребывания человека. Разводить опасные зоны и зоны пребывания человека можно не только в пространстве, но и во времени, реализуя чередование периодов действия опасностей и периодов наблюдения за состоянием технических систем.

Экобиозащитная техника - это средства защиты человека и природной среды от опасных и вредных факторов. Для уменьшения зон действия травмирующих факторов технических систем применяют экобиозащитную технику в виде различных ограждений, защитных боксов и т. п.

Защита атмосферы от вредных веществ производится с помощью очистки производственных воздушных выбросов от пыли, тумана, вредных газов и паров.

Для очистки от пыли сухими методами используется пылеуловители, работающие на основе гравитационных, инерционных, центробежных или электростатических механизмов осаждения, а также различные фильтры.

Очистка тумана производится электрофильтрами и фильтрами из различных материалов (волокна, ткань, керамика и др.). При этом осуществляется поглощение вредных газов пористыми материалами - абсорбентами.

Защита гидросферы осуществляется с помощью очистки сточных вод от загрязняющих их примесей, для чего используются очистные сооружения, через которые должны пропускаться все сточные воды промышленных предприятий и городской канализации.

При дезодорации удаляются дурно пахнущие вещества, при дегазации удаляются агрессивные газы (например, аммиак удаляется продувкой воздуха).

Основные усилия при создании эcobиозащитной техники направлены на локализацию источников негативного воздействия, снижение уровня энергетического воздействия факторов на человека и окружающую среду.

На предприятиях существуют такие виды работ или условия труда, при которых работающий может получить травму или иное воздействие, опасное для здоровья. Еще более опасные условия для людей могут возникнуть при авариях и при ликвидации их последствий. В этих случаях для защиты человека необходимо применять средства индивидуальной защиты. Их использование должно обеспечивать максимальную безопасность, а неудобства, связанные с их применением, должны быть сведены к минимуму.

Для защиты от естественных источников опасности не применима защита совершенствованием свойств источника и мало применима защита расстоянием. Последнее возможно лишь при принятии стратегически важных решений по выбору зон пребывания человека. Например, при выборе зоны строительства опасного объекта экономики (АЭС и др.), при прокладке транспортных магистралей в горной местности и т.п. Защита от естественных опасностей обычно реализуется применением коллективных средств защиты (вентиляция, отопление, освещение и т. п.), а в критических ситуациях и применением средств индивидуальной защиты.

При организации воздухообмена в помещениях необходимо учитывать и физические свойства вредных паров и газов и в первую очередь их плотность. Если плотность газов ниже плотности воздуха, то удаление загрязнен-

ного воздуха происходит в верхней зоне, а подача свежего - непосредственно в рабочую зону. При выделении газов с плотностью, большей плотности воздуха, из нижней части помещения удаляется 60...70% и из верхней части 30...40% загрязненного воздуха. В помещениях со значительными выделениями влаги вытяжка влажного воздуха осуществляется в верхней зоне, а подача свежего в количестве 60% - в рабочую зону и 40 % - в верхнюю зону.

По способу подачи и удаления воздуха различают четыре схемы общеобменной вентиляции: приточная, вытяжная, приточно-вытяжная и системы с рециркуляцией.

Нормативно-правовое обеспечение безопасности

1. Правила контроля промышленной основной опасности, СИМАН.
 2. Правила обращения с опасными веществами, НИНС.
 3. Елохин А.Н. Анализ и управление риском: Теория и практика. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ООО «Полимедия», 2002. – 192 с.
 4. РД 03-418-01 «Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов.
 5. Методика оценки последствий химической аварии (Методика «Токси»). Редакция 2.2).
 6. Приказ МЧС России № 506 от 4 ноября 2004 года «Об утверждении типового паспорта безопасности опасного объекта».
 7. РД 52.04.253–90, от 23 марта 1990 г «Методика прогнозирования масштабов заражения ядовитыми сильнодействующими веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте». Федеральные законы
 8. О промышленной безопасности опасных производственных объектов, от 27.07.1997 № 116-ФЗ.
 9. О безопасности, от 05.03.1992 № 2446-1.
О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, от 21.12.1994 № 68-ФЗ.
- Постановления Правительства Российской Федерации
10. Об утверждении Положения о предоставлении информации о со-

стоянии окружающей природной среды, ее загрязнении и чрезвычайных ситуациях техногенного характера, которые оказали, оказывают, могут оказать негативное воздействие на окружающую среду, от 14.02.2000 г. № 128.

11. О порядке сбора и обмена в РФ информацией в области защиты населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера, от 24.03.1997 № 334.

12. О подготовки населения в области защиты от ЧС природного и техногенного характера, от 04.09.2003 № 547.

13. ГОСТ 6221 - 90. Аммиак жидкий технический.

14. ГОСТ 6221 - 90Е. Аммиак жидкий технический. Технические условия.

15. ПБ 09-579 - 03 Правила безопасности для наземных складов жидкого аммиака.

16. ПБ 09-595 - 03 Правила безопасности аммиачных холодильных установок.

17. ПБ 09-579 - 03 Правила безопасности для наземных складов жидкого аммиака.

18. ПБ 03-576 - 03 Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов работающих под давлением.

19. ПБ 03-581 - 03 Правила устройства и безопасной эксплуатации стационарных компрессорных установок, воздухопроводов и газопроводов.

20. РД 52.04.253 - 90 Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте.

21. Единая межведомственная методика оценки ущерба от ЧС техногенного, природного и террористического характера, а так же классификации и учета чрезвычайных ситуаций - М.: ФГУ ВНИИ ГО ЧС (ФЦ), 2004.

22. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1031-01.Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов.

23. СНиП 23-01 - 99 Строительная климатология и геофизика. Вредные вещества в промышленности.

24. Справочник для химиков, инженеров и врачей/Под общ. Ред. Н.В. Лазарева, 7-е изд. перераб. и доп. Л.: Изд-во «Химия», 1997. Т.3.

Самостоятельная работа №3

Характеристика факторов обуславливающих возникновение чрезвычайных ситуаций

Чрезвычайная ситуация - обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

К основным опасностям на территории поселения следует отнести:

- техногенные:
 - аварии (катастрофы) на автодорогах;
 - аварии на химически опасных объектах;
 - пожароопасные и взрывоопасные объекты;
 - аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения (аварии на канализационных, тепловых сетях, сетях электро- и водоснабжения);
 - гидродинамические аварии.
- природные:
 - опасные метеорологические явления;
 - природные пожары.
- биолого-социальные – природно-очаговые инфекционные заболевания животных и людей, массовое распространение инфекционных заболеваний и вредителей сельскохозяйственных растений.

Техногенная чрезвычайная ситуация – состояние, при котором в результате возникновения источника техногенной чрезвычайной ситуации на объекте, определенной территории или акватории нарушаются нормальные

условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде.

Источник техногенной чрезвычайной ситуации – опасное техногенное происшествие (авария на промышленном объекте или транспорте, пожар, взрыв или высвобождение какого-либо вида энергии), в результате которого на объекте, определенной территории или акватории произошла техногенная чрезвычайная ситуация.

Предупреждение чрезвычайных ситуаций – комплекс мероприятий, проводимых заблаговременно и направленных на максимально возможное уменьшение риска возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС), а также на сохранение здоровья людей, снижение размеров ущерба окружающей природной среде и материальных потерь в случае их возникновения.

Высокая интенсивность движения, недостаточность автомобильных развязок, неудовлетворительное состояние отдельных участков дорог, зачастую отсутствие знаков дорожного движения на наиболее опасных участках и многие другие факторы могут привести к чрезвычайным ситуациям на автодорогах на территории поселения. Предприятия, использующие в производственных процессах различные АХОВ, опасны для населения, проживающего рядом с ними, и окружающей природной среды, поскольку на них могут возникнуть аварийные ситуации, при которых возможен выброс в атмосферу токсичных продуктов.

Возникновение производственной аварии с выливом (выбросом) аммиака и хлора наиболее вероятно в ходе технологического процесса при разгерметизации технологического оборудования (трубопроводов) и последующего вылива АХОВ из системы. Не исключено возникновение аварии на складах хранения АХОВ. Обстановка в зоне ЧС при таких авариях будет обуславливаться типом, количеством вылитого (попавшего в атмосферу) АХОВ, а также метеорологическими условиями.

Пожаровзрывоопасный объект - объект, на котором производят, используют, перерабатывают, хранят или транспортируют легковоспламеняю-

щиеся и пожаровзрывоопасные вещества, создающие реальную угрозу возникновения техногенной чрезвычайной ситуации.

Чрезвычайные ситуации на взрывопожароопасных объектах, связанные с разрушением (разгерметизацией) емкостного оборудования, при наличии источника зажигания приводят к возникновению опасных поражающих факторов - теплового излучения и взрывной волны.

В пределах проектируемой территории существующая застройка газифицирована на 22%. Последствия ЧС на ГРС оцениваются по характеристикам оборудования и местам их установки.

ГРС отнесены к 3-му классу санитарной классификации с размером санитарно-защитной зоны 300м.

Утечка, воспламенение и взрыв топлива на участке автозаправки не несет угрозы строениям и людям за пределами территории АЗС. Наиболее тяжелые последствия на АЗС – взрыв и пожар на площадке слива с автоцистерны.

Радиусы опасных зон от пролива топлива, где будут наблюдаться различные степени повреждений зданий, зависят от объема проливаемого топлива, температуры окружающей среды и других параметров, и могут составить для сильных разрушений 35 м, для расстекления - от 100 -700 м.

В графической части раздела на «Схеме границ территорий, подверженных риску возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» показаны места расположения пожароопасных и взрывопожароопасных объектов на территории поселения.

Подобные аварии создают существенные трудности жизнедеятельности, особенно в холодное время года.

Аварии на электроэнергетических системах могут привести к длительным перерывам электроснабжения потребителей на обширных территориях. Аварии на канализационных системах способствуют массовому выбросу загрязняющих веществ и ухудшению санитарно-эпидемиологической обстановки.

Аварии в водопроводных сетях приведут к затоплению проезжей части дорог, падению давления в водопроводной системе, перебоям снабжения водой территории.

На тепловых магистралях, проходящих по территории, возможны разрывы, что может привести к прекращению подачи тепла в здания.

Причинами аварий на объектах коммунального хозяйства в основном является физический износ коммунального хозяйства, отсутствие средств на своевременный ремонт и замену изношенных сетей и оборудования на приобретение запасных частей.

Степень износа технологического оборудования, тепловых и водопроводных сетей обуславливают достаточно высокую вероятность возникновения аварий и чрезвычайных ситуаций.

Гидродинамическая авария – это чрезвычайная ситуация, связанная с выходом из строя (разрушением) гидротехнического сооружения (плотины, дамбы, шлюза) или его части. Для гидродинамической аварии характерно неуправляемое перемещение больших масс воды, несущих разрушения и затопления обширных территорий.

Таким образом, исходя из анализа информации об основных факторах риска возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера, можно сделать вывод, что территория поселения по степени опасности чрезвычайных ситуаций относится к зоне умеренного контроля, при которой необходима оценка целесообразности мер по уменьшению риска.

Природная чрезвычайная ситуация – обстановка на определенной территории или акватории, сложившаяся в результате возникновения источника природной чрезвычайной ситуации, которая может повлечь или повлекла за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью и (или) окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Метеорологические опасные явления - природные процессы и явления, возникающие в атмосфере, оказывающие или могущие оказать поражающее

воздействие на людей, сельскохозяйственных животных и растения, объекты экономики и окружающую природную среду (ураган, шторм, ливень и др.):

- крупный град, сильный дождь (ливень), сильный туман;
- сильный снегопад, сильный гололед, сильный мороз, сильная метель, заморозки;
- сильная жара, засуха.

Территория рассматриваемого поселения подвержена таким опасным метеорологическим явлениям, как грозы, сильные ветры, сильные дожди, град, метели, туманы, морозы, снегопады.

Гидрологические опасные явления - событие гидрологического происхождения или результат гидрологических процессов, возникающих под действием различных природных или гидродинамических факторов или их сочетаний, оказывающих поражающее воздействие на людей, сельскохозяйственных животных и растения, объекты экономики и окружающую природную среду.

Природные пожары - неконтролируемый процесс горения, стихийно возникающий и распространяющийся в природной среде.

Территория сельского поселения подвержена возникновению локальных лесных пожаров. Залесенная часть поселения в пожарном отношении представляет серьезную опасность в весенний, летний и осенний пожароопасные периоды. В периоды пожарных максимумов, низовые пожары могут переходить в верховые.

При распределении по классам пожароопасности леса находящегося на территории поселения относятся к 3-4 классу. Природные пожары, кроме прямого ущерба лесному хозяйству, могут угрожать и населенным пунктам. Леса поселения входят в зону наземной охраны лесов от пожаров в сочетании с авиапатрулированием. Пожарная опасность лесов зависит от породного состава лесного фонда, типа лесорастительных условий, посещаемости лесных массивов, наличия дорожной сети и других факторов.

Подготовки и проведения мероприятий по предупреждению и ликвидации лесных пожаров на территории поселения ведется в соответствии с

Федеральным законом от 21.12.1994 № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», Федеральным законом от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности», Постановлением Правительства РФ от 30.06.2007 № 417 «Об утверждении правил пожарной безопасности в лесах.

Большая площадь земель сельского поселения может иметь благоприятную среду для развития личинок комаров, мошкар, гнуса и клещей. В местах массового скопления людей (места купания, лесопарки и т.п.) должна проводиться противомаларийная и противоклещевая обработка местности, осуществлять контроль за санитарным состоянием территории.

Самостоятельная работа № 4

Таксономия опасностей и ее примеры. Алгоритм развития опасности и ее реализации

Таксономия — слово греческого происхождения (taxis – размещение по порядку + nomos – закон) — определяется в словаре зарубежных слов как “теория систематизации и классификации сложноорганизованных областей реальности, имеющих обычно иерархическое строение”. Таким образом, таксономия в науке — систематизация и классификация сложных явлений, понятий, объектов. Так как опасность является понятием сложным, иерархическим, имеющим много признаков, таксономирование их позволяет узнать природу угроз. Приведем примеры имеющихся таксономий:

- по природе происхождения (природные, техногенные, антропогенные, экологические, смешанные);
- производственные угрозы (физические, хим, био, психофизиологические, организационные);
- по времени проявления отрицательных последствий: импульсивные (в виде краткосрочного воздействия, к примеру удар) и кумулятивные (накопление в живом организме и суммирование деяния неких веществ и ядовитых веществ);

- по месту локализации в окружающей среде: связанные с атмосферой, гидросферой, литосферой;
- по сфере деятельности человека: бытовые, производственные, спортивные, военные, дорожно-транспортные и т.д.;
- по приносимому вреду: соц, технический, экономический, экологический и т.д.;
- по нраву воздействия на человека: активные (оказывают непосредственное воздействие на человека методом заключенных в их энергетических ресурсов); пассивно-активные (активизирующиеся за счет энергии, носителем которой является сам человек, выпуклости поверхности, уклоны, подъемы, малозначительное трение меж соприкасающимися поверхностями и др.); пассивные — появляются опосредованно (к этой группе относятся характеристики, связанные с коррозией материалов, накипью, недостаточной прочностью конструкций, завышенными нагрузками на оборудование и т.п. Появляются в виде разрушений, взрывов и т.п.);
- добровольческие и принудительные угрозы: воздействию угроз можно подвергаться как добровольно, к примеру, занимаясь горнолыжным спортом, альпинизмом либо работая на промышленном предприятии, так и принудительно, находясь поблизости места событий в момент реализации опасностей. Таковой подход позволяет выделять угрозы производственные и непроизводственные (риск для населения);
- по структуре (строению): обыкновенные (электронный ток, завышенная температура) и производные — порожденные взаимодействием обычных (пожар, взрыв и т.п.).
- по сосредоточению: сконцентрированные (к примеру, место захоронения ядовитых отходов) и рассеянные (к примеру, загрязнение земли осажденными из атмосферы выбросами термических электрических станций).

Перечень можно продолжить. Таксономия проводится зависимо от того, какую цель поставил исследователь, к примеру: оценить эффекты конфигурации состояния среды на человеческий организм.

Значимая часть вышеперечисленных угроз не всегда приводит к появлению происшествий, но усложняет выполнение работ при регламентированной технологии. Таксономия позволяет выделить главные.

Примеры таксономий

Приведенные примеры свойственны для угроз, возникающих при отказе технических систем.

Систематизация по эффектам конфигурации окружающих критерий. Хоть какое приметное отклонение от обычных, определившихся в процессе долговременной биологической эволюции критерий существования человека приводит к травмам либо болезням. Более значительные характеристики сферы обитания человека, имеющие значение для его обычной и неопасной жизнедеятельности, таковы:

- а) температура;
- б) давление окружающего атмосферного воздуха;
- в) наружное давление, оказываемое на отдельные участки тела;
- г) концентрация кислорода;
- д) концентрация ядовитых либо коррозионно-активных веществ;
- е) концентрация болезнетворных микробов;
- ж) плотность потока электрического излучения;
- з) уровень ионизирующих излучений;
- и) разность электронного потенциала;
- к) звуковые нагрузки.

В зависимости от агрегатного состояния аммиака в оборудовании и характера разрушения оборудования развитие аварийной ситуации может проходить по различным сценариям:

Вариант сценария аварии	Последовательность событий аварии
С-1	Пролив аммиака при дозаправке компрессорной установки > разлитие аммиака по подстилающейся поверхности => испарение аммиака с зеркала разлива с образованием вторичного облака => интоксикация людей.
С-2	Полное разрушение оборудования, находящегося в помещении и содержащего аммиак в газовом состоянии => выброс аммиака: образование токсичного (паро-газовоздушного) облака => взрыв паро-газовоздушного облака в замкнутом пространстве => разрушение здания, оборудования, травмирование людей => распространение токсичного облака => интоксикация людей
С-3	Разрушение оборудования, содержащего аммиак в жидком состоянии => выброс аммиака: разлитие аммиака по подстилающейся поверхности с образованием первичного облака => испарение аммиака с зеркала разлива с образованием вторичного облака => интоксикация людей
С-4	Разрушение технологического оборудования => выброс аммиака, при наличии факторов, способствующих воспламенению => возгорание паро-газовоздушного облака => термическое воздействие продуктов горения, как поражающий фактор => возможен взрыв из-за перегрева рядом находящихся сосудов с аммиаком под давлением
С-5	Нарушение герметичности оборудования, содержащего аммиак => выброс аммиака: образование токсичного облака => интоксикация людей

Для первых двух сценариев характерно мгновенное поступление аммиака в окружающую среду, а также применимы они только для емкостного оборудования. Выход аммиака по третьему и четвертому сценариям может происходить как мгновенно, так и в течение некоторого времени. При аварии развивающейся по пятому сценарию, аммиак поступает в окружающую среду через отверстие площадью S в течении некоторого времени. Развитие аварии по этому сценарию применимо как для емкостного оборудование, так и для трубопроводов.

При развитии аварии по сценарию С-1 возможен следующий ущерб:

- расходы, связанные с локализацией последствий разлива аммиака;
- расходы, связанные с причинением ущерба окружающей среде;
- расходы, связанные с социально-экономическими последствиями;
- ущерб в результате уничтожения (повреждения) фондов предприятия;
- расходы, связанные с ремонтно-восстановительными работами;
- убытки из-за упущенной экономической выгоды;
- убытки, понесенные другими близлежащими организациями.

При развитии аварии по сценарию С-3 возможен следующий ущерб:

- стоимость пролитого аммиака;
- расходы, связанные с локализацией последствий разлива аммиака;
- расходы, связанные с причинением ущерба окружающей среде;
- расходы, связанные с социально-экономическими последствиями

В денежном эквиваленте стоимость возможного ущерба при аварии по сценарию С-1 составит приблизительно около 1 500 000 рублей.

При С-3 сумма станет равной приблизительно – 800 000 рублей

Оценка риска аварий

К основным типам разгерметизации технологических трубопроводов следует отнести образование протяженных трещин и разрывов с эквивалент-

ным диаметром более 10 мм. Вероятность такой разгерметизации трубопровода в химической промышленности составляет в среднем 2×10^{-6} на 1 метр в год. Частота аварий всей аммиакопроводной системы предприятия составит $6,8 \times 10^{-4}$ в год.

Если частота разгерметизации одного фланцевого соединения составит около 2×10^{-5} в год, то вероятность аварийной разгерметизации хотя бы одного емкостного аппарата с аммиаком составит: $24 \times 2 \times 10^{-5} = 4,8 \times 10^{-4}$ в год, где 24 - среднее число фланцевых соединений емкостного аппарата.

Опасности, связанные со сливно-наливными операциями при заполнении аммиаком холодильной системы, вызваны низким уровнем механизации и автоматизации данной операции. Дозаправка производится из автоцистерны. При авариях в зоне смертельных поражений могут оказаться рабочие компрессорного цеха, которые будут находиться в момент аварии в непосредственной близости от источника разгерметизации. За медицинской помощью могут обратиться работники вспомогательных цехов и холодильника.

На предприятии данной операции уделяется достаточно серьезное внимание: разработана специальная инструкция, операция выполняется только в средствах защиты под руководством инженерно-технических работников. При соблюдении такого порядка вероятность аварии мала и не будет превышать 2×10^{-3} в год.

С учетом месторасположения данного предприятия, вероятность воздействия таких внешних опасностей, как смерч, ураган, аварии на коммунально-энергетических сетях, понижение температуры воздуха, снежные заносы может быть порядка $1,0 \times 10^{-6}$ - $1,0 \times 10^{-5}$ в год. Эти внешние опасности могут вызвать остановку производства, но они не станут причиной крупной аварии.

Вероятность повреждения аппаратного оформления аммиачной установки, вызванного дефектами материала, недостатками конструкции, коррозией, ошибками монтажа и наладки лежит в пределах $1,0 \times 10^{-4}$ - $6,0 \times 10^{-4}$ в год.

Возможность аварийных ситуаций из-за неполадок технических средств измерения технологических параметров, приборов контроля, сигнализации, составляет $8,0 \times 10^{-4}$ - $1,0 \times 10^{-3}$ в год.

Интенсивность отказов технологического оборудования, приборов, магистральных трубопроводов взята из анализа статистических данных, опыта эксплуатации и мнения специалистов.

Влияние ошибок обслуживающего и ремонтного персонала на возможность возникновения аварийных ситуаций лежит в пределах $1,0 \times 10^{-3} - 2,0 \times 10^{-3}$ в год.

С учетом указанных выше вероятностных оценок разрушения ресивера, аммиакопроводов, риска заправки системы аммиаком, ошибок обслуживающего персонала и других аварийных ситуаций, вероятность крупной аварии на объекте будет порядка

$3,2 \times 10^{-3} - 3,8 \times 10^{-3}$ в год. Эта величина соответствует среднему периоду безаварийной эксплуатации объекта (280 лет), что отвечает уровню риска аварий на химически опасных предприятиях.

Для прогнозирования масштабов заражения взят наиболее опасный сценарий развития аварии. Зоны заражения рассчитаны по Методике прогнозирования масштабов поражения ядовитыми веществами при аварии на химически опасных объектах и транспорте (РД 52. 04. 253-90, утв. ШГО СССР), рекомендованной совместным приказом МЧС России и Госгортехнадзором России от 04 апреля 1996 года № 222/59

При полном разрушении линейного ресивера ЛР-2,5 (наибольшей единичной ёмкости) может произойти выброс 2,5 т аммиака и глубина заражения составит по истечении 1 часов более 1,16 км.

Метрологические условия - инверсия, температура воздуха +20 С°, скорость ветра - 1 м/с.

Аварии, вызванные разгерметизацией технологических трубопроводов и оборудования, смонтированных в производственном корпусе, опасны только для обслуживающего персонала.

В случае разрушения емкостного оборудования, зона заражения в зависимости от скорости и направления ветра, может распространиться на цехи самого предприятия, ближайшие объекты, жилые кварталы.

В данном случае в зоне поражения могут оказаться производственный персонал объекта, работники соседних предприятий, население на прилегающей территории.

Риск поражения людей во многом будет зависеть от степени подготовки персонала объекта и населения к действиям в аварийной ситуации и наличия средств индивидуальной защиты.

Кроме того, аммиак обладает резким запахом, который уже при концентрациях ниже предельно допустимых послужит сигналом о надвигающейся опасности, возможности отравления и необходимости срочной эвакуации.

Учебное издание

Белова Татьяна Ивановна
Чернова Екатерина Геннадьевна

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОПАСНЫХ
ПРОЦЕССОВ В ТЕХНОСФЕРЕ»

Редактор Павлютина И.П.

Подписано к печати 25.06.2018 г. Формат 60 x80.
Бумага печатная. Усл. п.л. 4,35. Тираж 50экз. Изд. №6131.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365, Брянская обл., Выгоничский р-н, п. Кокино, Брянский ГАУ