

## ОХРАНА ТРУДА

УДК 658.382.3.631

Т.В. Ерёмкина, И.Г. Тимофеева, Д.С. Шурьгин

### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ВИБРАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СРЕДСТВ МАЛОЙ МЕХАНИЗАЦИИ

*Приведены данные исследования уровня вибрации средств малой механизации. Определена эффективность виброзащиты ручного электро- и пневмоинструмента.*

**Ключевые слова:** средства малой механизации, ручной инструмент, вибрация, виброзащита.

T.V. Eremina, I.G. Timofeeva, D.S. Shurygin

### THE IMPROVEMENT OF RIGGING VIBRATION SAFETY

*The research results of rigging vibration level are given. The vibroprotection efficiency of manual electric and pneumatic tool is determined.*

**Keywords:** rigging, manual tool, vibration, vibroprotection.

---

**Введение.** По мере повышения уровня экономического развития агропромышленного комплекса страны, совершенствования способов производства сельскохозяйственной продукции следует ожидать увеличение количества сельских населенных пунктов, в которых технически целесообразно и экономически эффективно усовершенствовать не только технологические процессы в сельскохозяйственном процессе, но и облегчить труд сельского жителя.

Благодаря достигнутым за последние годы успехам в развитии сельского хозяйства, значительно расширяется арсенал средств малой механизации (СММ), применяемых в сельскохозяйственном производстве, фермерских хозяйствах и в быту [1].

**Цель исследования:** анализ локальной вибрации при эксплуатации СММ.

Задачей исследования является определение уровня вибрации ручного инструмента с виброзащитой и без виброзащиты.

Не решенные на протяжении многих лет задачи улучшения условий труда при эксплуатации средств малой механизации приводят к росту травматизма. В связи с этим необходимо отметить, что применение СММ, например, ручного инструмента, связано с воздействием на человека опасных и вредных факторов, а именно, вибрации.

В свою очередь, анализ использования вибрационной техники показал, что 90% СММ являются виброопасными. Исходя из анализа несчастных случаев видно, что 70% вибротравм возникает в результате использования ручной мобильной техники, так как по мере роста интенсивности работы данной техники возросли уровни передаваемой на руки человека вибрации [2].

Основной причиной возникновения вибротравматизма при использовании вибрационных технологий является увеличение использования СММ с существующей несовершенной системой виброзащиты.

**Объекты и методы исследований.** Проблема обеспечения вибробезопасности СММ является весьма важной социальной задачей. На предприятиях и быту, в ежедневном употреблении продолжает оставаться значительное количество этой техники, требующей к себе пристального внимания с точки зрения виброзащиты людей.

Вибрация оказывает отрицательное влияние на психомоторную работоспособность, эмоциональную сферу, происходит нарушение психических процессов, сужение внимания, сопровождающееся замедленностью в принятии решения и нарушением способности оценки ситуации. Воздействие вибрации отражает

влияние важнейшего фактора опасности, присущего тому или иному конкретному виду производственной деятельности человека. Для устранения травмоопасности при эксплуатации СММ целесообразно выполнить технические мероприятия по снижению воздействия на человека опасного фактора вибрации на основе принципа соответствия нормативным и базовым показателям и разработки средств защиты с заданным высоким уровнем безопасности.

В сельском хозяйстве широкое применение получили передвижные, переносные электроустановки и ручной электроинструмент, создающие вибрацию. В результате использования данной техники наблюдается высокий риск развития вибротравматизма, особенно при работе с ручным инструментом, так как работающие подвергаются воздействию локальной вибрации, которая передается человеку через руки и является наиболее опасной.

Кроме электрифицированных СММ, для каких-либо видов сельскохозяйственных работ используются и пневматические установки, например, при заготовке кормов в высокогорных районах применяются пневмотранспортные установки, при строительстве животноводческих помещений – пневмомолотки и др. Поэтому в целях определения вибрационных характеристик были проведены исследования работы электрической и пневматической ручной мобильной техники. В результате определены уровни локальной вибрации с одной стороны для изучения условий вибробезопасности, а с другой стороны – для обоснования влияния конструктивных параметров виброзащиты на эффективность снижения интенсивности колебаний.

На основании проведенных исследований получено, что уровни колебательной скорости электрического и пневматического инструмента составляют от 115 до 125 дБ и расположены в области частот от 8...100 Гц, при этом скорректированный уровень вибрации превышает нормативное значение на 15...24 дБ (в 2–4 раза).

Ручной электро- и пневмоинструмент в основном создает вибрацию с высокими уровнями в области низких частот (8–32 Гц). Резонансные частоты органов человека находятся в пределах от 5 до 30 Гц, которые наиболее опасны для возникновения вибропатологии. Основным критерием условий труда при работе с ручным инструментом является уровень воздействующей вибрации. Анализ уровня виброскорости в октавных полосах частот выявил превышение предельно допустимых значений вибрации, приводящих к возникновению вибротравм.

Степень опасности ручного инструмента различна в зависимости от ряда причин, основными из которых являются: исправность самого инструмента, характер его использования и режим работы, тип обрабатываемой среды, давление сжатого воздуха и т.д.

Для определения влияния уровня виброскорости на вероятность возникновения вибротравматизма используем прямолинейную зависимость и соответствующий данной зависимости тип математического уравнения. Уравнение, которое характеризует прямолинейную зависимость между двумя показателями, является уравнением прямой. Считая форму связи линейной, определяем зависимость вероятности возникновения вибротравмы от воздействия локальной вибрации при эксплуатации ручного инструмента двух видов, а именно: электромолотков и пневмомолотков. Для оценки степени риска возникновения вибротравм был применен регрессионный анализ, который позволил получить следующие уравнения регрессии:

$$y_1 = -23,8 + 0,23V, \quad y_2 = -28,5 + 0,23V,$$

где  $y_1$  – риск вибротравмы при использовании электромолотков;  
 $y_2$  – риск вибротравмы при использовании пневмомолотков;  
 $V$  – уровень виброскорости ручного инструмента.

Из рисунка 1 видно, что при увеличении виброскорости ручного инструмента увеличивается риск вибротравматизма. Согласно санитарным нормам СН 2.2.4/2.1.8.566-96 [3], предельно допустимый уровень виброскорости составляет 100 и 109 дБ в зависимости от среднегеометрических частот октавных полос. Как показывают уравнения связи, при виброскорости менее 110 дБ вероятность вибротравматизма уменьшается. Следовательно, область виброскоростей до 100 дБ следует считать оптимальным значением для безопасности работы с ручным инструментом. Исходя из анализа риска вероятности вибротравматизма, необходим комплекс взаимосвязанных мероприятий по обеспечению вибробезопасности при эксплуатации ручного инструмента.

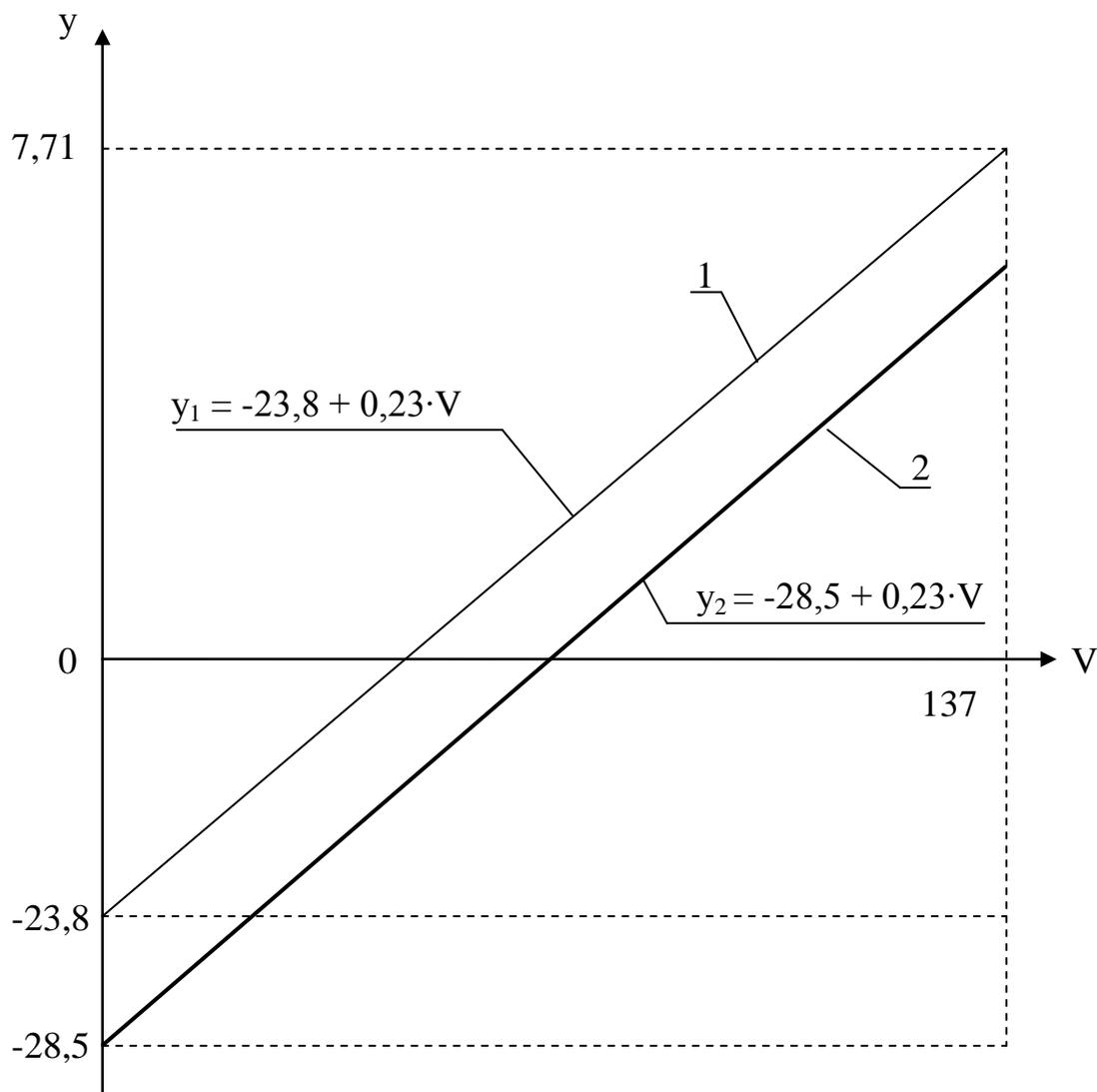


Рис. 1. Вероятность вибротравматизма в зависимости от виброскорости ручного инструмента:  
1 – электрифицированного; 2 – пневматического

**Результаты исследований.** Снижение вибрации всего ручного инструмента, с целью виброзащиты человека, экономически нецелесообразно и технически невозможно. Поэтому для снижения вибрации применение виброизоляции является эффективным средством вибрационной защиты. Назначение виброизоляции состоит в уменьшении передачи вибрации от источника возбуждения защищаемому объекту при помощи устройств, помещаемых между ними. Виброизоляция осуществляется введением в колебательную систему дополнительной упругой связи, которая препятствует передаче вибрации от источника колебаний к защищаемому объекту.

Дополнительными элементами виброизоляции в ручном механизированном инструменте, в частности, электромолотке ИЭ-4204 и пневмомолотке КЕ-16, являются упругие элементы, которые уменьшают уровень вибрации от места соударения через корпус инструмента к оператору.

Основными средствами виброзащиты являются пружинные и резиновые амортизаторы. В качестве упругих элементов использованы металлические пружины, они обладают высокой стабильностью виброизоляционных свойств, снижают воздействие вибрации низкой частоты на руки работающего, обеспечивают виброизолятору большую прочность и долговечность. Резиновые амортизаторы гасят вибрацию высокой частоты, имеют малую жесткость, небольшую массу, бесшумные в работе.

Метод снижения уровня вибрации мест контакта инструмента с руками оператора, с помощью специальных виброзащитных средств, является основой для разработки виброзащиты для электрических и пневматических установок ударного действия: электромолотка типа ИЭ-4204 В и пневмомолотка КЕ-16 В.

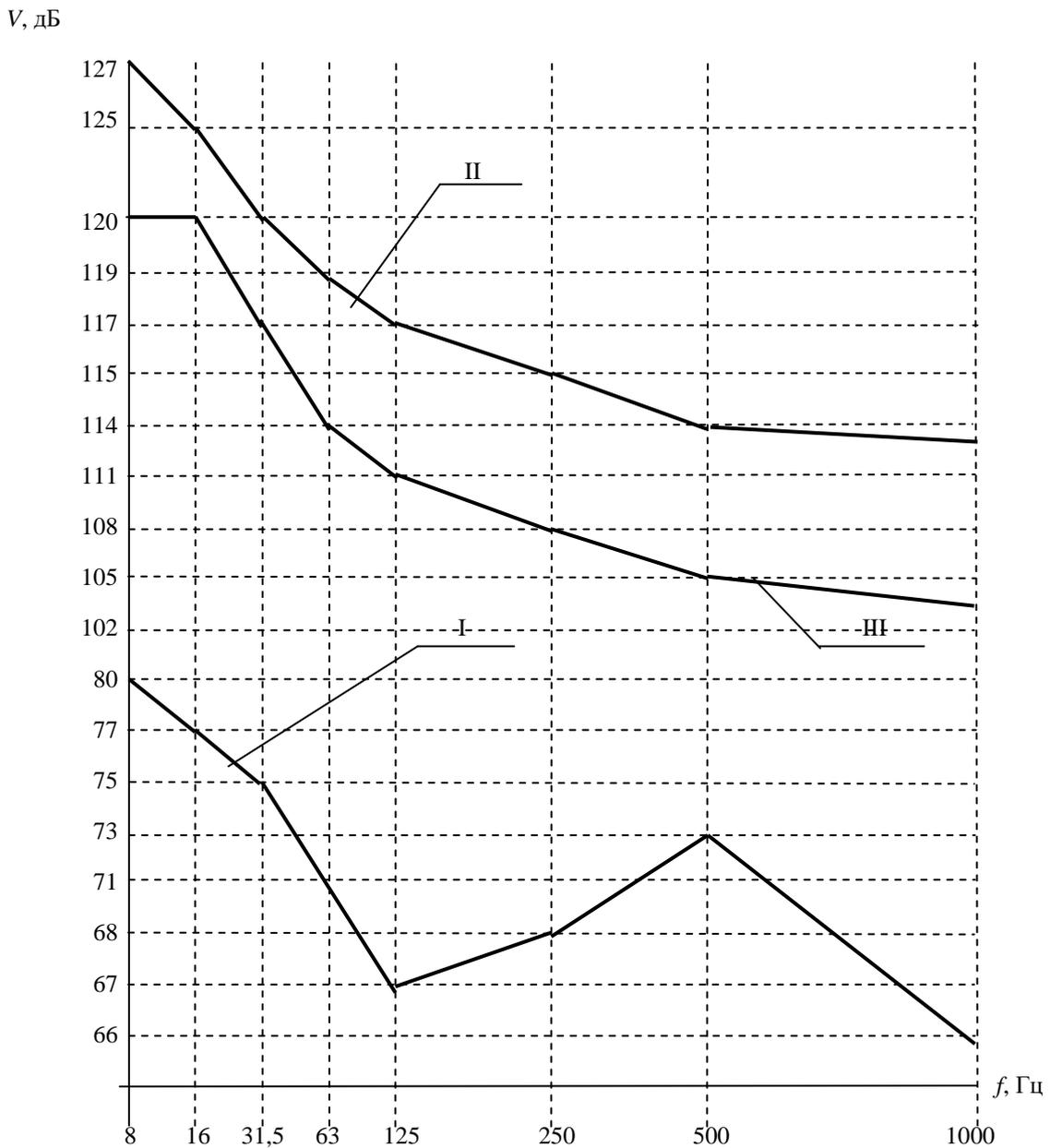


Рис. 2. Сравнительная оценка параметров вибрации электромолотков ИЭ-4204 и ИЭ4204В

Использование виброизоляторов позволяет существенно снизить жесткость виброизоляции, уменьшить передачу динамических нагрузок и амплитуду колебаний [4, 5].

При разработке средств виброзащиты были выполнены исследования вибрационных параметров ручного инструмента. Целью настоящих исследований явилось определение уровней локальной вибрации, с одной стороны, для изучения условий вибробезопасности, а с другой стороны – для обоснования влияния конструктивных параметров виброзащиты на эффективность снижения интенсивности колебаний.

В результате измерений было получено, что предельно допустимые величины нормируемых параметров вибрации для электромолотков и пневмомолотков с виброзащитой соответствуют санитарным нормам [3].

Параметры вибрации, а именно, уровень виброскорости ручного механизированного инструмента без виброзащиты, значительно превосходят нормативные значения, т.е. предельно допустимые значения. Работа в условиях воздействия вибрации с уровнями, превышающими санитарные нормы [3] более чем на 12 дБ в какой-либо октавной полосе, недопустима. Используемый ручной инструмент без виброзащиты является виброопасной техникой.

Эффективность виброзащиты была определена сравнением результатов измерений параметров вибрации с теми уровнями, которые имели место до введения в систему «человек-машина» средств виброза-

щиты. Сравнительная оценка параметров вибрации в результате испытаний виброзащищенных электроинструментов ИЭ-4204В и пневмомолотков КЕ-16В с параметрами вибрации существующего ручного механизированного инструмента приведена на графиках зависимости частоты от нормируемого параметра.

На рисунках 2 и 3 построены кривые: I – уровень вибрации ручного инструмента с виброзащитой; II – уровень вибрации ручного инструмента без виброзащиты; III – предельно допустимый уровень вибрации рис. 2 согласно санитарным нормам [3].

Уровни колебательной скорости (кривая II) в различных полосах среднегеометрических частот спектра имеют значительные изменения.

Расположение пиковых значений виброскорости значительно в области низких частот (16-31,5 Гц), а также в области средних и высоких частот.

Из рисунков 2 и 3 видно, что при наличии виброзащиты параметры виброскорости ниже санитарных норм (кривая III). Уровень виброскорости электроинструмента с виброзащитой на 47–53дБ ниже предельно допустимого значения пневмоинструмента с виброзащитой уровень виброскорости на 32–44дБ также ниже допустимого значения.

Таким образом, экспериментальная проверка ручного механизированного инструмента с виброзащитой показала значительное уменьшение параметров вибрации.

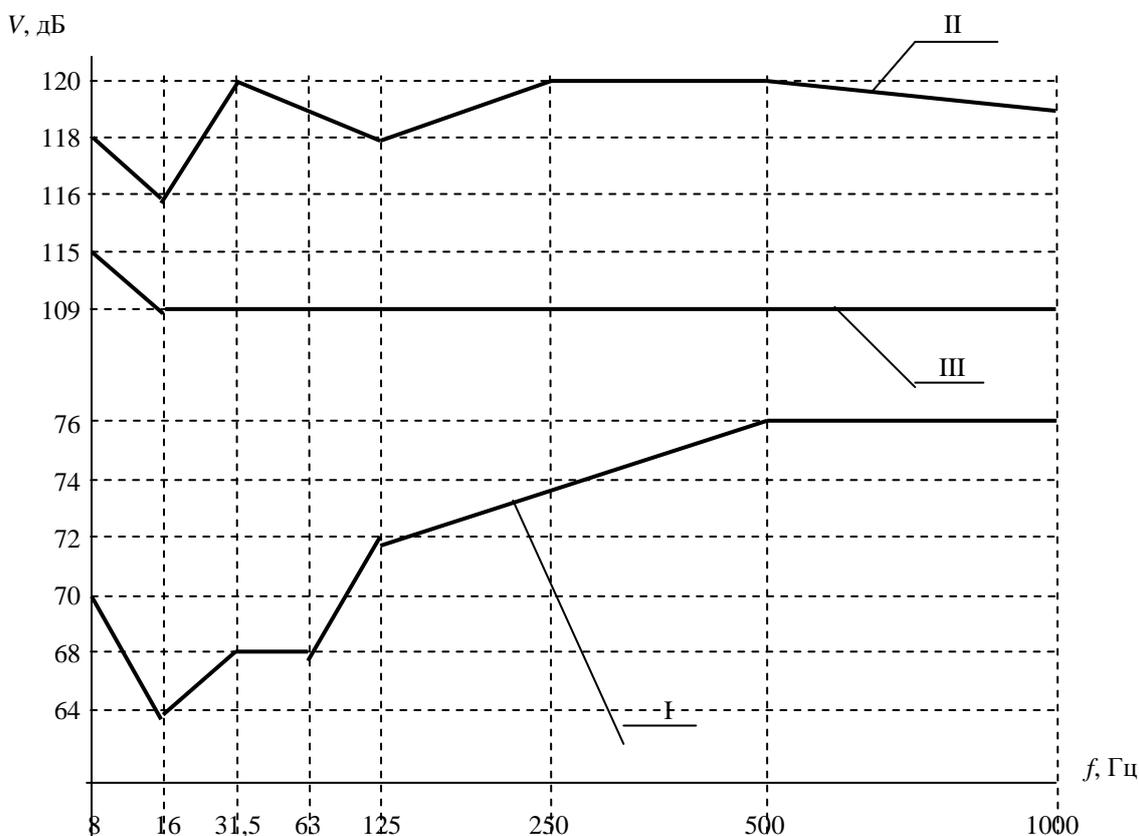


Рис. 3. Сравнительная оценка параметров вибрации пневмомолотков КЕ-16 и ИЭ-4204В

### Выводы

Проведенные исследования по разработке средств виброзащиты электрического и пневматического ручного инструмента, используемого в сельском хозяйстве в технологических процессах, строительстве, электромонтажных и других видах работ, представляют возможность сделать вывод о том, что виброизоляция обеспечивает значительное снижение уровня локальной вибрации, ограничивая ее воздействие на человека.

## Литература

1. Безопасность ручных машин и их классификация / В.С. Ванаев [и др.] // Безопасность жизнедеятельности. – 2006. – №5. – С.6–16.
2. Тимофеева И.Г., Еремина Т.В. Прогнозная оценка условий безопасности средств малой механизации // Безопасность труда в промышленности. – 2008. – №5. – С.36–37.
3. Санитарные нормы и правила. Производственная вибрация в помещениях жилых и общественных зданий: СН 2.2.4/2.1.8.566-96. – М.: Инф.-изд. центр Минздрава России, 1997. – 30 с.
4. Пат. 79826 Российская Федерация. Электрический ручной молоток ударного действия / Еремина Т.В., Тимофеева И.Г.; заявитель и патентообладатель. ВСГТУ. – 2009. – Бюл. № 2.
5. Пат. 34112 Российская Федерация. Пневматический инструмент ударного действия / Ожогин А.П., Тимофеева И.Г., Еремина Т.В.; заявитель и патентообладатель. ВСГТУ. – 2003. – Бюл. № 33.



УДК 630.432.1

Т.М. Софронова, А.В. Волокитина, К.С. Першин

### АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ СОСТАВЛЕНИЕ УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫХ МЕСТНЫХ ШКАЛ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ\*

*Разработаны методика и программа автоматизации обработки информации на примере данных о пожарах и метеоусловиях Слюдянского лесничества Иркутской области.*

**Ключевые слова:** пожарная опасность, погода, местные шкалы пожарной опасности, класс пожарной опасности, автоматизация обработки информации.

Т.М. Sofronova, A.V. Volokitina, K.S. Pershin

### AUTOMATED COMPILATION OF ENHANCED FIRE HAZARD LOCAL SCALES

*The methodology and automation program for information processing on the example of fire and weather condition data in Irkutsk Oblast Sludyankiy Forest Office are developed.*

**Key words:** fire hazard, weather, fire hazard local scales, fire hazard class, information processing automation.

**Введение.** Пожарная опасность в лесу может определяться конкретно для отдельных однородных участков (природная пожарная опасность) или для районов в целом (пожарная опасность по условиям погоды).

Пожарная опасность по условиям погоды может оцениваться с помощью лесопожарных показателей засухи, например: комплексного показателя В.Г. Нестерова [6] с недифференцированным учетом осадков, показателя ПВ-1 ЛенНИИЛХа с дифференцированным учетом осадков [1] и показателя ПВГ М.А. Софронова [8], который учитывает гигроскопичность горючих материалов и может также рассчитываться при отрицательных температурах воздуха.

Наличие определенной пожарной опасности в любом районе свидетельствует о вероятности развития на его территории пожарной ситуации с конкретным количеством действующих природных пожаров, которые могут причинить тот или иной ущерб. Однако во всех странах величина пожарной опасности выражается в относительных, условных или качественных величинах (обычно, в классах пожарной опасности). Но они не связаны непосредственно с какими-либо конкретными величинами, выражающими пожарную ситуацию, которая может развиваться при реализации пожарной опасности, т.е. с величинами, которые можно точно опре-

\* Работа выполнена в рамках федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы (мероприятие 1.4, направление 1).