

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВПО «БРЯНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

ФАКУЛЬТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

**ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ,  
ИНФОРМАТИЗАЦИИ И АВТОМАТИЗАЦИИ,  
БЕЗОПАСНОСТИ  
И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В АПК**

*VIII Международная  
научно-техническая конференция*

**21 ноября 2014 г.**

**Брянск**

УДК 631.145.372.621.3

ББК 40.72

К 64

**ISBN 978-5-88517-258-5**

ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ, ИНФОРМАТИЗАЦИИ И АВТОМАТИЗАЦИИ, БЕЗОПАСНОСТИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В АПК: Международная научно-техническая конференция. – Брянск: Издательство Брянской ГСХА, 2014. - 244 с.

**Оргкомитет:**

Маркарянц Л.М., профессор – председатель;

Лаптев В.А., профессор – заместитель;

Безик В.А., доцент;

Демина О.Н., доцент;

Широбокова О.Е., доцент;

Лаптева Н.А. – *отв. секретарь*.

Под общей редакцией профессора Маркарянц Л.М.

**ISBN 978-5-88517-258-5**

© Коллектив авторов, 2014

© Брянская ГСХА, 2014

УДК 628.83:505

*д.т.н., профессор, Белова Т.И.,*

*Брянская ГСХА,*

*к.т.н., доцент, Гаврищук В.И.,*

*ассистент Агашков Е.М.,*

*ФГБОУ ВПО «Государственный университет - УНПК», г. Орел*

## **АНАЛИЗ СПОСОБОВ И УСТРОЙСТВ ОЦЕНКИ ЗАПОТЕВАНИЯ ОЧКОВЫХ СТЕКОЛ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ**

При существующей технологии производства сухих пищевых концентратов системы вентиляции могут не справляться с удалением пыли из воздуха рабочей зоны, нормализацией параметров микроклимата. Это может быть при аварийных ситуациях, проведении профилактических и ремонтных работ, очистке оборудования. В данном случае необходимо дополнительно использовать средства индивидуальной защиты как общего назначения, так и органов дыхания (СИЗОД) и зрения (СИЗОЗ) [1..9].

Применяемые на современном этапе средства индивидуальной защиты работающих СИЗОД и СИЗОЗ не обеспечивают достаточные условия труда из-за влияния на их эффективность фактора запотевания очковых стекол по причине изменения параметров микроклимата [4...7].

Существуют различные способы оценки запотевания очковых стекол СИЗОС. Согласно [4], запотевание очковых стекол следует проверять на специальной установке (рис. 1), состоящей из камеры, разделенной перегородкой на два отсека. Очки устанавливают в перегородке так, чтобы сторона очковых стекол, обращенная к глазу, была в первом отсеке, а наружная сторона - во втором. При этом обеспечивают полную изоляцию одного отсека от другого. После установки очков и изоляции отсеков проверяют светопропускание стекол. Для этого в одном из отсеков устанавливают лампу накаливания мощностью 40 Вт, создающую пучок света, проходящий через очковое стекло в другой отсек и падающий на фотоэлемент люксметра типа Ю117 с пределом допускаемой основной погрешности  $\pm 10\%$ . Затем в первом отсеке создают температуру  $(37\pm 3)^\circ\text{C}$  и относительную влажность  $(80\pm 3)\%$ , во втором - температуру  $(22\pm 3)^\circ\text{C}$ . Температуру с погрешностью измерения  $0,1^\circ\text{C}$  и относительную влажность проверяют психрометром. Через 30 мин вторично проверяют светопропускание стекол.

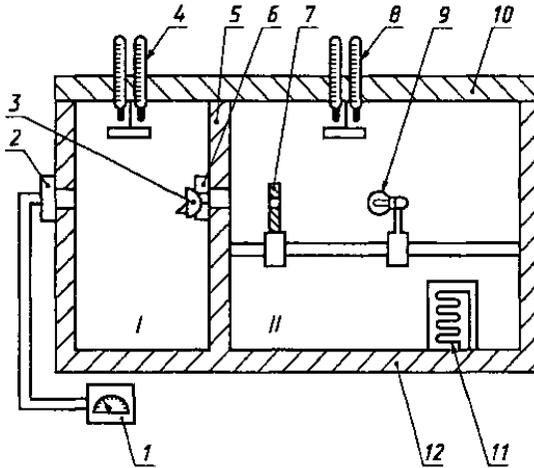


Рисунок 1 – Схема установки для оценки запотевания очковых стекол СИЗОС: I – отсек 1; II – отсек 2; 1 – люксметр; 2 – фотоэлемент; 3 – испытуемые очки; 4, 8 – психрометр; 5 – перегородка; 6 – макет головы; 7 – диск с отверстием; 9 – источник света; 10 – крышка; 11 – нагреватель; 12 – теплоизоляция

Недостатком данной установки является то, что она позволяет получить лишь окончательную величину снижения светопропускания, что не дает возможности проследить сам процесс запотевания и соответствующее изменение остроты зрения, что определяет возможность работы в защитных очках [5].

Согласно [6], испытание очковых стекол средств индивидуальной защиты глаз проводится на устойчивость к запотеванию на установке, принципиальная оптическая схема которой представлена на рис. 2. Источник света – лазер с длиной волны  $(600 \pm 70)$  нм и диаметром пучка излучения – 10 мм. Светоделитель 5, зеркало 1 и линзы  $L_1$ ,  $L_2$  с размерами, выбранными таким образом, чтобы рассеянный свет находился в телесном угле  $0,75^\circ$ . Например,  $f_1 = 10$  мм и  $f_2 = 100$  мм соответственно. При использовании линзы  $L_3$  с номинальным фокусным расстоянием  $f_3 = 400$  мм диаметр диафрагмы 6 должен составлять 10 мм, а диафрагма должна находиться в фокальной плоскости линзы  $L_3$ . В водяной бане 10 объем воздуха должен составлять не менее  $4 \text{ дм}^3$ . В контейнере для водяной бани должен быть установлен вентилятор 9 для циркуляции воздуха. Водяная баня должна термостатироваться для поддержания температуры воды  $(50,0 \pm 0,5)^\circ \text{C}$ .

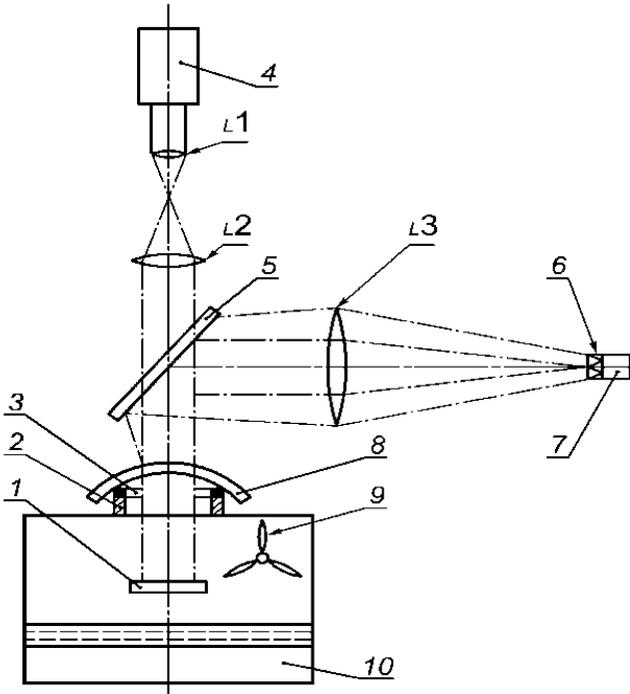


Рисунок 2 – Принципиальная оптическая схема установки для испытания устойчивости очковых стекол к запотеванию:

- 1 – зеркало; 2 – опорное кольцо; 3 – кольцо из мягкой резины;
- 4 – лазер; 5 – светоделитель; 6 – диафрагма; 7 – фотоприемник;
- 8 – образец; 9 – вентилятор; 10 – водяная баня;  $L_1, L_2, L_3$  – линзы

Опорное кольцо 2 должно иметь диаметр 35 мм и высоту 24 мм от низа крышки водяной бани. В случаях, когда испытуемое очковое стекло имеет цилиндрическую поверхность, верхняя часть опорного кольца должна быть подогнана к поверхности испытуемого очкового стекла. В таких случаях высоту опорного кольца 2, равную 24 мм, измеряют до верхней точки опорного кольца. Кольцо из мягкой резины 3 толщиной 3 мм и шириной 3 мм вставляется между испытуемым очковым стеклом и опорным кольцом.

Перед испытанием не менее четырех очковых стекол одинакового типа выдерживают в дистиллированной воде объемом не менее чем  $5 \text{ см}^3$  воды на  $1 \text{ см}^2$  поверхности очкового стекла в течение одно-

го-двух часов при температуре  $(23\pm 5)$  °С, затем высушивают и выдерживают на воздухе не менее 12 ч при температуре  $(23\pm 5)$  °С и относительной влажности воздуха 50%.

Температуру водяной бани устанавливают равной  $(50\pm 0,5)$  °С. Воздух над ней перемешивают вентилятором для насыщения его водяным паром. В течение этого времени отверстие в водяной бане должно быть закрыто. Перед измерением вентилятор выключают.

При испытании для измерения коэффициента пропускания  $\tau_r$  очковое стекло помещают на опорное кольцо. Время измерения определяют с помощью фотоприемника до того момента, пока  $\tau_r^2$  не станет меньше 80% начального значения этой величины и при этом испытуемое очковое стекло не запотеет.

При оценке начальное запотевание в течение 0,5 с не следует принимать во внимание. Так как луч света дважды проходит через образец, это измерение коэффициента пропускания очкового стекла означает определение  $\tau_r^2$ .

Недостатком данной установки является то, что она не позволяет учесть особенности запотевания в реальной конструкции очков и в частности оценить эффективность конструктивных решений для вентиляции подочкового пространства из-за того, что на ней проводится испытание только одного очкового стекла, а не очков в целом [5].

Существует установка (рис. 3) для определения запотевания стекол защитных очков [6], содержащая камеру, внутри которой расположен канал, состоящий из источника света, диафрагмы, макета головы с защитными стеклами очков, люксметра с фотоэлементом, закрепленным на наружной поверхности камеры. Для прослеживания процесса запотевания и изменения остроты зрения в камеру введена вторая диафрагма, образующая визуальный канал, состоящий из линзы, расположенной перед очковым стеклом, и объектива, установленного за макетом и выходящего за пределы камеры.

Недостатком данной установки является то, что она позволяет только визуально наблюдать процесс запотевания очкового стекла, из-за чего возможны субъективные ошибки оператора.

Исходя из этого нами разработаны способ и установка для имитации и контроля запотевания стекол защитных очков СИЗОД и СИЗОЗ [5], которая состоит из макета головы человека, системы подачи в нее увлажненного воздуха и светоизмерительной цепи, согласно изобретению, что в светоизмерительную цепь дополнительно введены заслонка-модулятор, располагаемая между источником света и пустотелым макетом головы с защитными очками, зеркальный

отражатель, устанавливаемый за пустотелым макетом головы и координатно-чувствительный приемник.

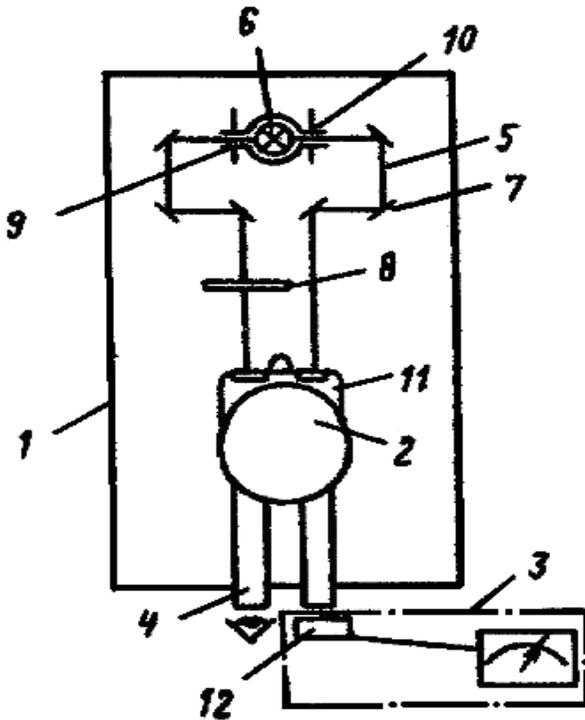


Рисунок 3 – Установка для определения запотевания стекол защитных очков: 1 – корпус, 2 – макет головы человека, 3 – люксметр, 4 – объектив, 5 – оптическая система, 6 – источник света, 7 – зеркала, 8 – миры, 9, 10 – диафрагмы, 11 – защитные очки, 12 – фотоэлемент

На рис. 4 изображена схема предлагаемой установки. Установка для имитации и контроля запотевания стекол защитных очков состоит из климатической камеры 1, в которой размещены пустотелый макет головы 2 с испытуемыми защитными очками 3 и отверстиями для прохода светового луча, источник света 4, заслонка-модулятор 5, зеркальный отражатель 6, координатно-чувствительный приемник 7, электрически связанный с регистратором 8.

Затем заслонку-модулятор 5 переводят в закрытое состояние. В пустотелый макет головы 2 подают увлажненный нагретый воздух, температура и влажность которого соответствуют аналогичным параметрам тела человека, в климатической камере 1 создают условия по температуре и влажности воздуха, соответствующие эксплуатационным. Одновременно включают регистратор 8 и заслонку-модулятор 5 и по координатно-чувствительному приемнику 7 контролируют прямой поток света и рассеянный, появление которого свидетельствует о начале процесса запотевания очковых стекол защитных очков 3 и о соответствующем снижении остроты зрения.

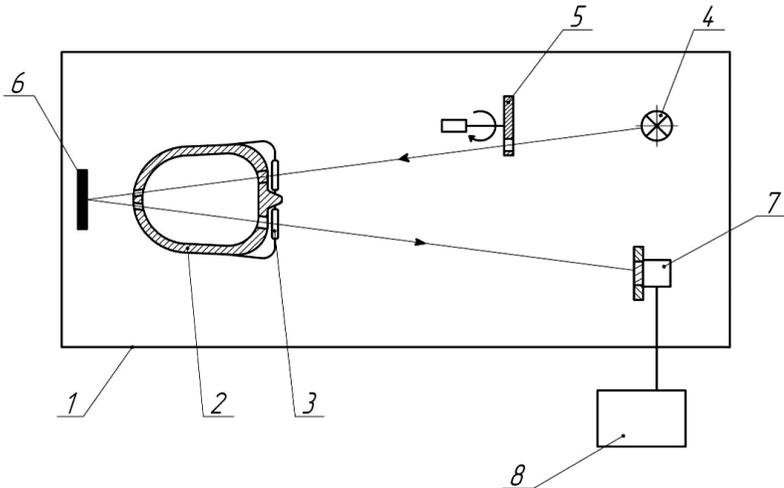


Рисунок 4 – Схема установки для имитации и контроля запотевания стекол защитных очков: 1 – климатическая камера, 2 – пустотелый макет головы, 3 – испытуемые защитные очки, 4 – источник света, 5 – заслонка-модулятор, 6 – зеркальный отражатель, 7 – координатно-чувствительный приемник, 8 – регистратор

Таким образом, введение в светоизмерительную цепь установки заслонки-модулятора позволяет уменьшить тепловое воздействие светового потока на очковые стекла защитных очков. Контроль запотевания одновременно двух стекол (или одного, но в двух точках) повышает чувствительность обнаружения начала процесса запотевания. Использование координатно-чувствительного приемника для измерения рассеянного света при запотевании стекла позволяет контролировать снижение остроты зрения без визуального наблюдения.

Использование предлагаемой установки позволяет повысить чувствительность и объективность контроля запотевания смотровых стекол защитных очков, что также – улучшить условия труда работающих в условиях повышенных запыленности воздуха и параметров микроклимата.

### Литература

1. Шкрабак, В.С. Безопасность жизнедеятельности в сельскохозяйственном производстве [Текст] / В.С. Шкрабак, А.В. Луковников, А.К. Тургиев. – М.: Колос, 2006. – 512 с.
2. Безопасность жизнедеятельности: учебник для вузов [Текст] / С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков и др.; Под общ. ред. С.В. Белова. – М.: Высш. шк., 2007. – 616 с.
3. Расчет параметров естественной вентиляции при разработке средств индивидуальной защиты [Текст] / А.В. Абрамов, М.В. Родичева, Т.И. Белова, Е.М. Агашков // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – Орел: ОрелГТУ, 2011. – №3(287). – С. 120-122.
4. ГОСТ Р 12.4.013-97. ССБТ. Очки защитные. Общие технические условия.
5. Патент РФ № 2478933 Установка для имитации и контроля запотевания стекол защитных очков [Текст] / В.И. Гавришук, Т.И. Белова, Е.М. Агашков. – 10.04.2013
6. ГОСТ Р 12.4.230.2-2007. ССБТ. Средства индивидуальной защиты глаз. Методы испытаний оптических и неоптических параметров.
7. А.с. № 1089448 Установка для определения запотевания [Текст] / В.А. Фатахов, Х.М. Каймов, С.А. Карпов, В.А. Кочетов. – 30.04.1984.
8. Средства индивидуальной защиты для работников агропромышленного комплекса: каталог-справочник [Текст] / А.П. Лапин, А.Н. Лопатин, Т.В. Гущина и др. – М.: ФГНУ «Росинформротех», 2001. – 392 с.
9. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Справочное руководство [Текст] / П.И. Басманов, С.Л. Каминский, А.В. Коробейникова, М.Е. Трубицина. – СПб.: ГИПП «Искусство России», 2002. – 400 с.

УДК 665.833: 634

*д.т.н., профессор, Белова Т.И.,*

*инженер Шувалов В.В.,*

*Брянская ГСХА*

*к.т.н., доцент Гавришук В.И.,*

*ассистент, Агашков Е.М.,*

*аспирант, Кузнецов П.И.,*

*ассистент Лобода О.А.,*

*ФГБОУ ВПО «Государственный университет - УНПК», г. Орел*

## **АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Наличие множества различных вредных факторов в пищевых производствах (тепловыделения и влаговыделения, выделение вредных газов, паров и пылей) требует установки вентиляционных систем.

Если классически рассматривать системы вентиляции (рис. 1), то все они подразделяются [1...5] по способу инициирования движения воздуха на естественные (организованные и неорганизованные) и искусственные.

Искусственные системы вентиляции по направлению потока воздуха бывают приточными, вытяжными, приточно-вытяжными, рециркуляционными; по зоне обслуживания – общеобменные и местные; по организации движения воздуха – канальные и бесканальные.

Неорганизованная естественная вентиляция называется инфильтрацией, которая осуществляется за счет неплотностей оконных и дверных проемов, а также пор материалов конструктивных элементов зданий.

Создание естественной вентиляции происходит из-за воздействия ветрового давления и разности температур и весов воздуха (внутри  $t_{в}, \gamma_{в}$  и снаружи  $t_{н}, \gamma_{н}$ ) производственных помещений. При естественной вентиляции необходимо располагать

оборудование перпендикулярно стенам для обеспечения свободного движения воздушных потоков [2].

Одним из способов обеспечения естественной вентиляции является проветривание помещений путем открывания форточек и фрамуг в окнах и световых фонарях. Но воздухообмен в холодный

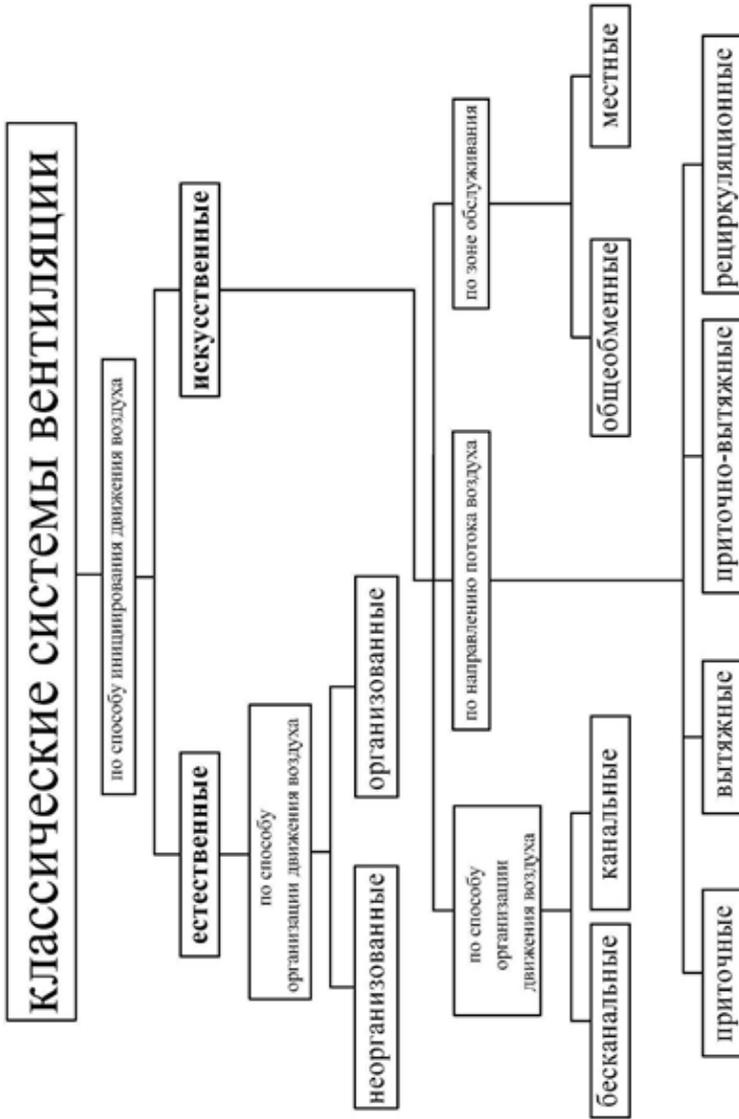


Рисунок 1 – Классификация существующих систем вентиляции

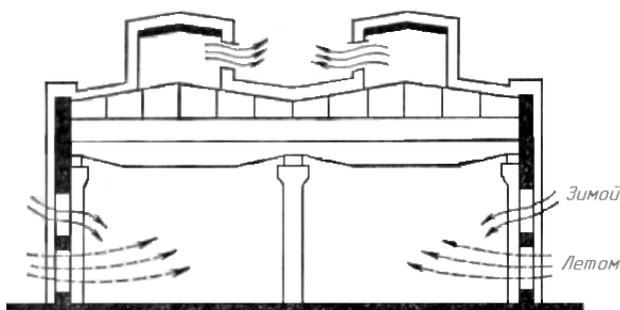


Рисунок 2 – Схема поступления и удаления воздуха при аэрации в теплый и холодный периоды года

период года допускается не более однократного в час, из-за необходимости не допустить снижения температуры воздуха внутри помещения ниже допустимой, туманообразования и конденсации водяных паров на поверхности стен, покрытий, остекления (рис. 2) [2].

На организованную естественную вентиляцию (аэрацию) возлагается роль общеобменной вентиляции производственных помещений для обеспечения расчетных параметров, для достижения нормальной и эффективной работы которой необходимо здание расположить перпендикулярно направлению или под углом не менее  $45^\circ$  направлению господствующих ветров.

Окна в стенах и фонарях на крышах оборудуются механизмами, обеспечивающими их открывание с пола, регулируют в зависимости от направления и силы ветра воздухообмен в необходимых объемах. Надежное действие аэрации можно обеспечить только при частом открывании и закрывании окон (фрамуг), что требует повышенной надежности и хорошей конструкции механизмов открытия-закрытия, а также их механизации.

Приток воздуха в помещение предусматривается в теплый период года на высоте не более 1,8 м от пола, а в холодный период года – не ниже 4 м от пола. Для этого по высоте боковых проемов здания располагают два ряда фрамуг.

Для повышения эффективности воздухообмена в производственных помещениях устанавливаются вытяжные каналы, которые выводятся на крышу и оснащаются дефлекторами, работающие за счет теплового напора и действия силы ветра. Разработано большое количество дефлекторов различных типов, но широкое распространение получили дефлекторы ЦАГИ (рис. 3).

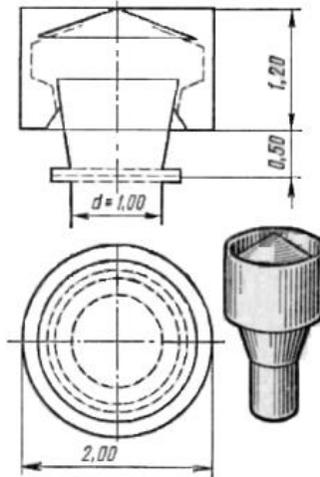


Рисунок 3 – Круглый дефлектор ЦАГИ

Установка дефлекторов выше коньков крыши производственных помещений обеспечивает улавливание ими ветрового напора любого направления. Данная конструкция дефлектора исключает обратную тягу (в помещение), а при непогоде – проникновение в здание дождя и снега.

Преимущества систем естественной вентиляции [1, 3, 5]: простота конструкции; отсутствие необходимости установки дорогостоящего оборудования; отсутствие энергозатрат на работу вентиляции; огромный воздухообмен при малых затратах.

Недостатки систем естественной вентиляции: зависимость от условий внешней среды; небольшое создаваемое давление; отсутствие возможности подготовки подаваемого воздуха (подогрев, очистка, увлажнение) в производственное помещение.

Из-за наличия большого количества выделений тепла, влаги, и особенно вредных газов (паров) и пыли на предприятиях пищевой промышленности к системам естественной вентиляции необходимо добавлять системы искусственной вентиляции для нормализации параметров воздушной среды. Искусственные вентиляционные системы позволяют в разы увеличить качество воздухообмена производственных помещений и сделать их автономными (независимыми от условий окружающей среды). Но применение отдельно как естественной, так и искусственной системы вентиляции нежелательно, так как первая не обеспечивает не-

обходимого качества воздуха производственного помещения, а для работы второй необходим подток свежего воздуха [1...5].

Для создания необходимого давления используют искусственную вентиляцию, в которой применяется различное оборудование (вентиляторы, электродвигатели, воздухонагреватели, автоматика и др.). Это оборудование позволяет создать широкую сеть воздуховодов в здании и обеспечить необходимые условия труда. При этом главным недостатком искусственной системы вентиляции является потребность в сложном и дорогом оборудовании и большие энергозатраты на работу вентиляции.

По конструктивному исполнению системы искусственной вентиляции делятся на каналные и бесканальные (рис. 4) [1].

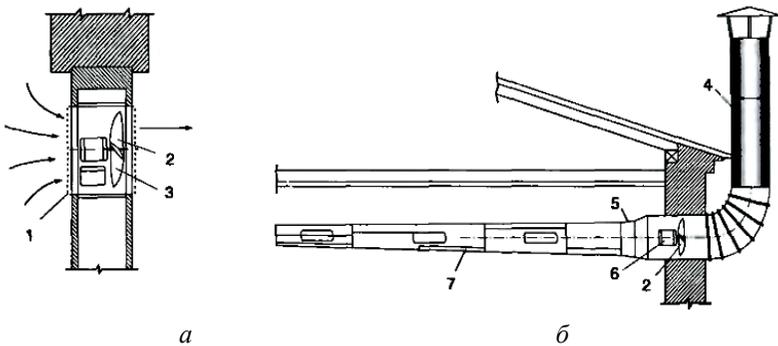


Рисунок 4 – Канальные и бесканальные системы вентиляции

а – бесканальные системы, б – каналные системы;

1 – утепленный клапан, 2 – вентилятор, 3 – лопасти вентилятора,  
4 – вытяжная шахта, 5 – шибер, 6 – электродвигатель, 7 – вытяжная сеть

Бесканальные системы вентиляции характеризуются простотой конструкции, но малой зоной действия – интенсивный воздухообмен происходит только ближней зоне, что не позволяет достичь необходимого качества воздуха производственного помещения. Также отсутствует возможность установки специального оборудования (фильтров, увлажнителей). Канальные системы позволяют равномерно распределить воздухообмен по всему помещению, а также обеспечить необходимое качество воздуха (за счет установки специального оборудования и герметизации загрязненного воздуха в вентиляционных каналах) в конкретных зонах производственного помещения [1,2].

По зоне обслуживания каналные и бесканальные системы вентиляции подразделяются на общеобменные и местные.

Общеобменные системы вентиляции подразделяются на приточные, вытяжные, приточно-вытяжные и рециркуляционные (рис. 5). Местные системы делятся на приточные и вытяжные.

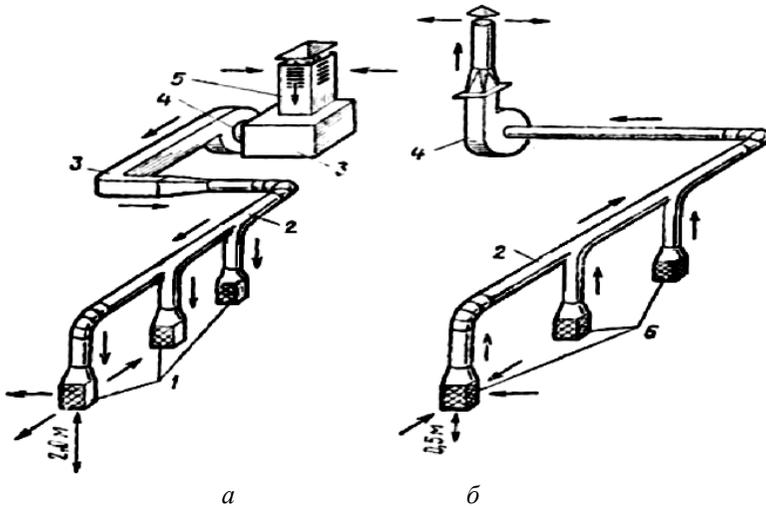


Рисунок 5 – Схемы приточной и вытяжной систем вентиляции:

а – приточная вентиляция, б – вытяжная вентиляция;

1 – воздухораспределители, 2 – воздуховоды, 3 – калорифер,

4 – вентилятор, 5 – воздухозаборная шахта,

6 – воздухоприемники

Приточные системы применяют для подачи в помещения чистого воздуха, в результате чего происходит разбавление воздуха помещения, что приводит к снижению концентрации вредных веществ, стабилизации температуры и влажности воздуха. Но при работе в условиях повышенной концентрации вредных газов (паров) и пылей, не всегда возможно разбавление до значений ПДК, и часто приводит к распространению вредных веществ по всему объему помещения. Как правило, приточный воздух перед подачей в помещение необходимо подвергнуть очистке от пылей, подогреву, увлажнению, в результате чего необходимо устанавливать фильтры, калориферы и др.

Вытяжная вентиляция необходима для удаления загрязненного и отработанного воздуха из помещения.

Приточно-вытяжная вентиляция применяется для создания сбалансированного воздухообмена, что позволяет значительно увеличить качество воздушной среды.

Рециркуляционные системы вентиляции применяются в холодное время года в целях энергосбережения, затрачиваемого на обработку воздуха. Частично удаляемый из помещения воздух после его очистки направляется обратно в помещение. Поступающий атмосферный воздух должен составлять не менее 10% от общего количества поступающего воздуха в помещение, в котором должно быть не более 30% вредных веществ [2].

Применение рециркуляционных систем нежелательно в условиях наличия в воздухе вредных веществ 1, 2 и 3-го классов опасности, неприятных запахов и болезнетворных микроорганизмов, и возможности значительного увеличения концентрации вредных веществ.

Местные приточные системы вентиляции должны подавать чистый подготовленный воздух к рабочим местам для разбавления вредных веществ в воздухе рабочей зоны, создания необходимых параметров микроклимата и снижения интенсивности теплового облучения работающих. Местные приточные системы могут быть в виде воздушных душей и воздушных оазисов. Разбавление вредных веществ ведет к распространению по всему помещению.

Для недопущения распространения вредных выделений производства используются системы местной вытяжной вентиляции.

Общая схема местной вытяжной вентиляции представлена на рис. 6.

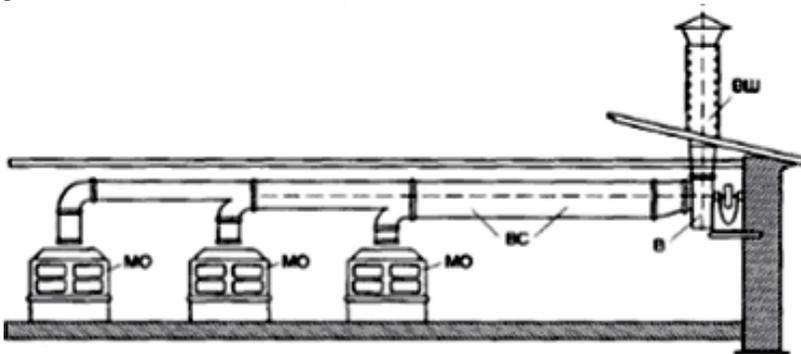


Рисунок 6 – Схема местной вытяжной вентиляции:  
МО – местные отсосы, ВС – вытяжные каналы,  
В – вентилятор, ВШ – вытяжная шахта

Конструктивное исполнение местной вытяжной вентиляции может быть открытого типа (бортовые отсосы), полуоткрытого типа (вытяжные шкафы, зонты), показанные на рис. 7, и закрытого типа, герметизирующие оборудование с вредными выделениями.

Следует отметить, что отвод вредных выделений с помощью бортовых отсосов достигается только при значительном расходе воздуха.

К местной вытяжной вентиляции предъявляются следующие требования [1]: источник выделения вредных веществ должен быть по возможности полностью закрыт вытяжными устройствами; конструкция вытяжных устройств должна обеспечить нормальную работоспособность работающих; вредные выделения должны улавливать по наиболее вероятному пути их движения (горячие пары – вверх, холодные пары и пыли – вниз).

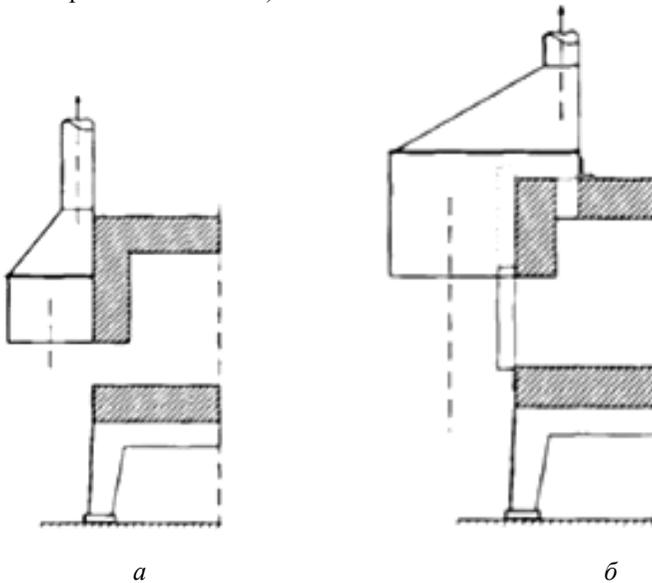


Рисунок 7 – Зонты-козырьки у нагревательных печей  
а – у щелевого отверстия при выпуске через него продуктов горения,  
б – у отверстия снабженного дверкой при выпуске продуктов горения  
через газовые окна

Местные вытяжные системы являются достаточно эффективными средствами обеспечения качества воздуха рабочей зоны за счет

[3, 5]: локализации вредных выделений; снижения энергопотребления системами вентиляции из-за меньшего расхода воздуха; из-за концентрирования вредных выделений обеспечить более качественную очистку воздуха выбрасываемого в атмосферу.

При использовании существующих искусственных систем вентиляции имеет место низкая эффективность их использования из-за [3, 5]: отсутствия регулирования работы системы вентиляции; недостаточной очистки воздуха рабочей зоны при малой мощности электродвигателя вентилятора; повышенных энергозатрат на работу системы вентиляции при малых концентрациях вредных веществ в воздушной среде; необходимости при проектировании производить точные расчеты с учетом концентрации вредных веществ и параметров микроклимата, уровней шума и вибрации.

Анализ показал, что классические системы вентиляции, применяемые для улучшения условий труда при производстве сухих пищевых концентратов, не обеспечивают необходимого снижения концентрации пыли в воздухе рабочей зоны.

## Литература

10. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика [Текст] / В.А. Ананьев, Л.Н. Балужева, А.Д. Гальперин и др. – М.: Евроклимат, 2001. – 416 с.

11. Полтев, М.К. Охрана труда в машиностроении: учебник [Текст] / М.К. Полтев. – М.: Высш. школа, 1980. – 294 с.

12. Классификация систем автоматического удаления вредных веществ из воздуха производственного помещения [Текст] / Е.М. Агашков, Т.И. Белова, В.Е. Бурак и др. // Вестник МАНЭБ. – СПб, 2010. – Т.15, № 4. – С. 116-118.

13. Architecture: comfort and energy [Текст] / С. Gallo, М. Sala, А.А.М. Sayigh. – Elsevier Science Ltd, 1998. – 234 p.

14. Улучшение условий труда использованием автоматизированных и автоматических систем регулированием параметров воздушной среды и средств индивидуально защиты / Е.М. Агашков, Т.И. Белова, В.И. Гавришук и др. // Вестник МАНЭБ. – СПб, 2012. – Т.17, № 3. – С. 91-94.

УДК 628.832: 635

*д.т.н., профессор, Белова Т.И.,  
Брянская ГСХА,  
к.т.н., доцент, Гаврищук В.И.,  
ассистент, Агашков Е.М.,  
аспирант, Кузнецов П.И.,  
ФГБОУ ВПО «Государственный университет - УНПК», г. Орел*

## **АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И УСЛОВИЙ ТРУДА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СУХИХ ПИЩЕКОНЦЕНТРА- ТОВ**

Пищеконцентраты – это смеси различного вида сырья, составленные по определенной рецептуре, которые прошли термическую и механическую обработку. Отличительными особенностями пищевеконцентратов являются низкое содержание влаги, хорошая усвояемость и высокая концентрация питательных веществ. Пищевые концентраты могут длительно храниться без снижения качества. Пищеконцентраты могут быть представлены не только смесями сырья, но и отдельными видами продуктов (толокно, диетическая мука из риса) [1].

Пищеконцентраты подразделяются на: пищевые концентраты обеденных блюд; сухие продукты для детского и диетического питания; овсяные диетические; сухие завтраки; кофепродукты; пряности; сладкие блюда; полуфабрикаты мучных изделий; концентраты кулинарных соусов.

Пищевые концентраты могут быть сухими и концентрированными в зависимости от количества свободной влаги.

Для производства сухих пищевеконцентратов применяют сырье прошедшее специальную подготовку: сушеные овощи, картофель, варено-сушеные крупы, различные виды муки, сухое молоко и сливки, сушеное мясо, яичный порошок, соль, пряности, приправы, бульонные пасты, глютамат натрия, эссенции и др.

Производство сухих пищевеконцентратов на плодоовощной основе тесно связана с производством сухих порошков или кусочков яблок, картофеля, моркови, томатов и др. В зависимости от пищевеконцентратов сушка фруктов и овощей может осуществляться как кусочками, так и в виде порошка.

Процессы сушки яблок, томатов подразделяются на конвективную, кондуктивную, радиационную и сублимационную.

Для приготовления сухих пищевого концентратов в порошкообразном виде применяют все виды сушки, но наиболее распространены кондуктивная и конвективная сушка.

Производство овощных и плодовых сухих порошков делится на две основных стадии:

- подготовка сырья (получение плодового или овощного пюре);
- сушка полученного пюре (получение порошка).

На рис. 1 изображена технологическая линия производства яблочного порошка [2].

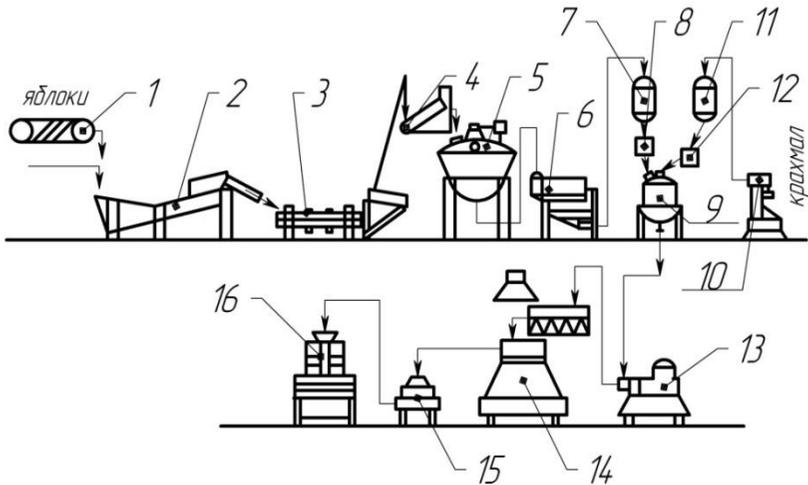


Рисунок 1 – Технологическая схема производства яблочного порошка:

- 1 – транспортер; 2 – вентиляторная мойка; 3 – калибровочная машина;
- 4 – автоматические весы; 5 – дигестер;
- 6 – сдвоенная протирочная машина; 7 – промежуточная емкость;
- 8 – дозатор пюре; 9 – смеситель с паровой рубашкой;
- 10 – просеиватель; 11 – емкость для крахмала; 12 – дозатор крахмала;
- 13 – гомогенизатор; 14 – вальцовая сушилка; 15 – дробилка;
- 16 – фасовочный автомат

Технологическая схема производства яблочного порошка является типичной для производства других порошков, отличия заключаются только в этапах подготовки сырья и процессах сушки [1, 2].

Гомогенизированное пюре подается на вальцовую сушилку, где его сушат до содержания влаги 4–6 % в течение 20–25 с. Сухое пюре после сушки подвергается дроблению на дробилке до порошкообразного состояния (получение сухого порошка). Далее полученный порошок в зависимости от технологической линии могут либо фасовать в тару, либо направить на дальнейшее использование (приготовление сухих смесей соусов, детского питания, киселей и т.д.) [1, 2].

Производство морковного порошка отличается от производства яблочного только на этапе подготовки сырья и свойствами самой моркови. Из-за содержания неустойчивого жира частицы морковного порошка должны быть более крупными, так как более мелкий порошок быстрее прогоркает.

При производстве яблочного и морковного порошков потери сухих веществ составляют 18–21%, а крахмала около 1% в виде пылевыведений в воздух рабочей зоны на этапах добавления крахмала, сушки пюре, смешивании с другими рецептурными компонентами и фасовки; непылевых отходов при получении пюре.

Томатный порошок производят согласно технологической схеме, показанной на рис. 2 [2].

Применение распылительной сушилки позволяет создать более стабилизированный продукт, но требует мощных систем аспирации и средств очистки воздуха от пыли овощных и плодовых порошков.

Основой сухого концентрата соуса могут быть томатный, морковный, свекольный порошки (сухие пищевые концентраты). Сухой пищевые концентрат красной свеклы имеет более высокую биологическую и пищевую ценность, низкую стоимость по сравнению с томатами. Нейтральный вкус сухого пищевые концентрата красной свеклы позволяет его использовать совместно с другими сухими порошками, создавая различные вкусовые гаммы соусов [3]. Но при этом стоит отметить токсичность сухого пищевые концентрата красной свеклы, определенной при оценке индекса токсичности растительных экстрактов на *Paramecium caudatum*, которая вызвана наличием водорастворимых биоцидных веществ природного происхождения, накапливающихся в корнеплодах в процессе онтогенеза [4].

Созданный способ получения основы соуса обеспечивает использование дешевого сырья, изменение консистенции и модификацию вкуса соуса, для значительного расширения его ассортимента, предупреждение слеживания основы, обладающей повышенными радиопротекторными и бактерицидными свойствами за счет специальной подготовки овощного сырья, включающей стадию активирования пектина путем кислотного гидролиза.

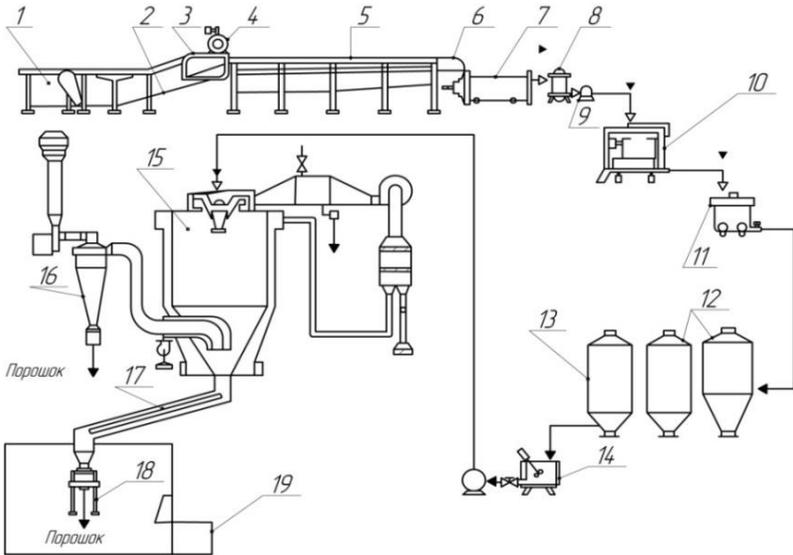


Рисунок 2 – Технологическая схема производства томатного порошка:

- 1 – ванна для замачивания; 2 – транспортер; 3 – душевая мойка;
- 4 – воздушный компрессор; 5 – сортировочный стол; 6 – дробилка;
- 7 – подогреватель пульпы; 8 – резервуар; 9 – насос;
- 10 – протирочная машина; 11 – сборник;
- 12 – двояная вакуум-выпарная установка;
- 13 – вакуум-аппарат для окончательной уварки;
- 14 – питающий резервуар с мешалкой; 15 – распылительная сушилка;
- 16 – циклон; 17 – герметически закрытый шнек;
- 18 – вибрационное сито; 19 – установка кондиционирования воздуха

На рис. 3 показана схема производства концентрата соуса [5].  
Другие порошки, используемые при способе получения основы для соуса, имеют приятный цвет и запах и свойства, типичные для сушеных плодов рябины черноплодной и рябины. Способ получения основы для соуса предусматривает в качестве исходного сырья использование корнеплодов, выбранных свеклы, их подготовку, бланширование в растворе лимонной кислоты, высушивание и измельчение до порошкообразного состояния, смешивание с порошками плодов рябины черноплодной или рябины обыкновенной, листьев крапивы двудомной, биофлавоноидов, полученных из гречихи, увлажнение смеси отваром ле-

карственно-технического сырья до пастообразного состояния, гранулирование массы, высушивание гранул и расфасовку.

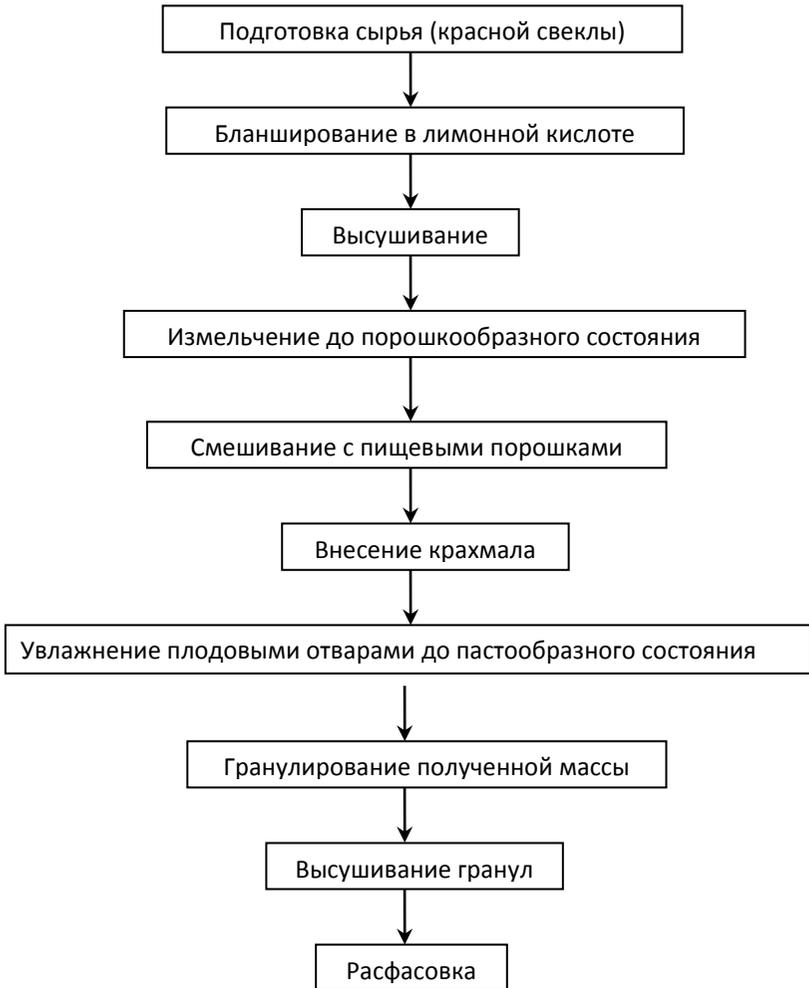


Рисунок 3 – Схема производства гранулированного соуса на основе красной свеклы

Биофлавоноиды, полученные из гречихи, представляют собой тонкодисперсный порошок, темно коричневого цвета, слегка горьковато-

го вкуса. Относится к природным фенольным соединениям благодаря наличию в них большого количества гидроксильных групп, проявляет активность к комплексообразованию, благодаря которым молекула может служить ловушкой для свободных радикалов, а также выполняет роль природного антиоксиданта. Обыкновенной и овощей свеклы, моркови и топинамбура и крапивы двудомной.

Бланширование корнеплодов в растворе лимонной кислоты способствует проведению кислотного гидролиза протопектинов, увеличению выхода растворимого активированного пектина, повышению его адсорбционной способности по отношению к радионуклидам и токсичным веществам. Перевод порошковой формы в гранулированную предотвращает слеживаемость основы.

Технология производства заключается в следующем [5].

Подготовленные корнеплоды бланшируют в 1,3%-ном растворе лимонной кислоты, высушивают, измельчают, смешивают измельченные до порошкообразного состояния, корнеплоды и порошки плодов рябины черноплодной или рябины обыкновенной, листьев крапивы двудомной, биофлавоноидов, полученных из гречихи, вносят стабилизатор консистенции, смесь увлажняют заранее приготовленным по традиционной технологии отваром шиповника или стевии в соотношении по массе 1:100 сырья и воды до получения пастообразной консистенции смеси, проводят гранулирование смеси, высушивание гранул, после чего расфасовывают в герметичную тару.

Увлажнение смеси отварами лекарственно-технического сырья обогащает основу биологически активными веществами этих растений, внесение биофлавоноидов, полученных из гречихи, увеличивает адсорбционные и бактерицидные свойства соуса, что позволяет рекомендовать его не только в виде приправы для различных блюд, но и в качестве биологически активной добавки к другим продуктам.

Незавершенность вкуса дает главное преимущество в значительном расширении ассортимента соуса исходя из базовой рецептуры соусной основы, при этом подобная соусная основа помогает решить вопрос не только вкуса и аромата, но и дает визуальный эффект взвешенных частиц сушеных натуральных плодов и овощей в теле соуса.

Внесенный стабилизатор консистенции при разведении основы горячей жидкостью (соком, бульоном, молоком и т.д.) и внесении растительного масла после тщательного перемешивания позволяет получить разнообразные быстроприготавливаемые кулинарные соусы с эмульсионной структурой в условиях домашнего хозяйства и общественного питания.

Сухие компоненты смешивают и хранят в герметичной упаковке до непосредственного использования [5].

Анализ условий труда работающих при производстве сухих пищевых концентратов красной свеклы показал, что при существующей технологии остается проблема снижения концентрации пылей. Особенно необходимо отметить (рис. 3) такие процессы как, сушка, измельчение до порошкообразного состояния, смешивание с пищевыми порошками, внесение крахмала и расфасовка сухого продукта, где уровни концентрации пылей превышают допустимые нормы от 1,2 до 5 раз и оказывают вредное и (или) опасное воздействие на организм человека.

Кроме того, как было указано выше, сухой пищевых концентрат красной свеклы обладает токсичностью, которая вызвана наличием водорастворимых биоцидных веществ природного происхождения, накапливающихся в корнеплодах в процессе онтогенеза [4], что также негативно влияет на организм работающих при производстве сухих пищевых концентратов.

### **Литература**

1. Бачурская, Л.Д. Пищевые концентраты [Текст] / Л.Д. Бачурская, В.Н. Гуляев. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 335 с.
2. Кац, З.А. Производство сушеных овощей, картофеля и фруктов [Текст] / З.А. Кац. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 216 с.
3. Агашков, Е.М. Анализ сельскохозяйственного сырья при производстве экологически чистых продуктов, на примере соусов [Текст] / Е.М. Агашков, Т.И. Белова // Проблемы энергетики, природопользования, экологии: международная научно-техническая конференция. – Брянск: Брянская ГСХА, 2009. – С. 22-24.
4. Бурак, В.Е. Биотестирование растительных экстрактов в экологическом мониторинге процессе [Текст] / В.Е. Бурак, Е.М. Агашков, Т.И. Белова, В.К. Васин // Научно-педагогические проблемы транспортных учебных заведений: материалы международной научно-практической конференции. – М.: МИИТ, 2011. – Выпуск 3. – С.151-154.
5. Патент РФ № 2411879. Способ получения основы для соуса [Текст] / В.С. Житникова, Т.Н. Иванова, Е.М. Агашков, В.А. Пискурева. – 20.02.2011.

УДК 664.828: 631

*д.т.н., профессор, Белова Т.И.,  
инженер, Шувалов В.В.,  
Брянская ГСХА  
к.т.н., доцент, Гаврищук В.И.,  
ассистент, Агашков Е.М.,  
аспирант, Кузнецов П.И.,  
ассистент, Лобода О.А.,  
ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК», г.Орел*

## **АНАЛИЗ ТРАВМАТИЗМА И ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ И ОБРАБАТЫВАЮЩЕМ ПРОИЗВОДСТВАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

По сведениям Росстата и Роструда [1...11] в РФ максимальное количество групповых несчастных случаев и несчастных случаев с тяжелыми и смертельными исходами (далее тяжелые несчастные случаи) приходилось на 2004 год, затем в последующие годы происходило постепенное их снижение. Сельскохозяйственное и обрабатывающее производства продолжали лидировать относительно других отраслей РФ. Так в 2010 и 2011 годах уровни тяжелых несчастных случаев в указанных отраслях относительно общего количества по РФ увеличивались и составляли соответственно 11,24 % и 24,6 %; 11,26 % и 25,3%. Основными причинами травматизма были неудовлетворительная организация работ, на что в 2010 году в сельском хозяйстве приходится 28,52 %, в обрабатывающих производствах – 32,97%; в 2011 году соответственно 28,87 % и 35,1 %; из-за несовершенства и нарушения технологического процесса происходило соответственно в данных отраслях в 2010 году 7,41% и 8,58 % 2011 году 10,55 % и 9,04 %.

В сельскохозяйственном и обрабатывающем производствах РФ количество погибших в 2011 году относительно 2009 года снизилось на 11,32% и 9,06%, соответственно, а в целом относительно общего количества погибших РФ – на 7,93 % и 5,3 %.

Численность пострадавших на производстве РФ на 1000 работающих по видам экономической деятельности с 2005 по 2010 гг. (табл. 1) составляло в среднем: в целом по РФ – 2,58, из них со смер-

тельным исходом – 0,11; в сельском хозяйстве, охоте и лесном хозяйстве – 4,3 и 0,19 соответственно; обрабатывающих производствах – 3,18 и 0,08 соответственно.

Численность пострадавших на производстве Орловской области на 1000 работающих по видам экономической деятельности с 2005 по 2010 гг. (табл. 2) составляло в среднем: в целом по РФ – 2,9, из них со смертельным исходом – 0,153; в сельском хозяйстве, охоте и лесном хозяйстве – 2,94 и 0,243 соответственно; обрабатывающих производствах – 3,67 и 0,09 соответственно [5...14].

Таким образом, численность пострадавших на производстве РФ на 1000 работающих в сельском хозяйстве, охоте и лесном хозяйстве превышало в 1,67 раза, в обрабатывающих производствах – в 1,23 раза относительно всего количества пострадавших на производстве РФ. Из них численность пострадавших со смертельным исходом на производстве РФ на 1000 работающих в сельском хозяйстве, охоте и лесном хозяйстве превышала в 1,73 раза, в обрабатывающих производствах снижение происходило 1,37 раза.

На производстве в Орловской области на 1000 работающих в сельском хозяйстве, охоте и лесном хозяйстве превышало в 1,02 раза, в обрабатывающих производствах – в 1,27 раза относительно всего количества пострадавших на производстве области. Из них численность пострадавших со смертельным исходом на производстве Орловской области на 1000 работающих в сельском хозяйстве, охоте и лесном хозяйстве превышала в 1,59 раза, в обрабатывающих производствах снижение происходило 1,7 раза.

По данным Росстата в 2010 году в РФ было установлено 7047 случаев профессиональных заболеваний, что превысило показатели 2009 года на 7,3 %. Из них 1121 приходилось на Центральный федеральный округ. Максимальное количество пострадавших с установленными впервые профессиональными заболеваниями в 2010 году было выявлено в обрабатывающих производствах (3109 человек), а наиболее высокий уровень профессиональной заболеваемости приходился на добычу полезных ископаемых (21,5 человек на 10 тыс. работающих), гостиницы и рестораны (11,0) и обрабатывающие производства (4,8). В данной ситуации (табл. 3) основной причиной в сложившейся ситуации являются вредные условия труда [4].

Таблица 1 – Численность пострадавших на производстве Российской Федерации по видам экономической деятельности

	Всего	Вид экономической деятельности					
		сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство	добыча полезных ископаемых	обрабатывающие производства	производство и распределение электроэнергии, газа и воды	строительство	транспорт и связь
на 1000 работающих							
Всего пострадавших на производстве							
2005	3,1	5,3	4,7	3,6	1,7	4,4	2,2
2006	2,9	4,9	4	3,5	1,7	4,1	2
2007	2,7	4,5	3,7	3,4	1,4	3,8	2
2008	2,5	3,9	3,3	3,2	1,3	3,6	1,9
2009	2,1	3,6	2,8	2,5	1,2	3,1	1,7
2010	2,2	3,6	3	2,9	1,3	3	1,8
из них со смертельным исходом							
2005	0,124	0,198	0,279	0,096	0,107	0,312	0,112
2006	0,119	0,206	0,271	0,087	0,096	0,332	0,099
2007	0,124	0,215	0,389	0,085	0,116	0,346	0,099
2008	0,109	0,184	0,213	0,08	0,1	0,327	0,099
2009	0,09	0,173	0,191	0,065	0,086	0,284	0,076
2010	0,094	0,172	0,274	0,072	0,089	0,234	0,086

Снижение количества профессиональных заболеваний и отравлений в 2010 г. по сравнению с 2005 г. на 5,95 % связано с сокращением средней численности работающих в Российской Федерации (48197,2 тыс. человек в 2005 г., 46719 тыс. человек в 2010 г.). Профзаболевания и отравления в рассматриваемый период связаны в основном с воздействиями физических факторов, промышленных аэрозолей и физическими перегрузками [1...4].

Таблица 2 – Численность пострадавших на производстве Орловской области по видам экономической деятельности

	Всего	Вид экономической деятельности					
		сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство	добыча полезных ископаемых	обрабатывающие производства	производство и распределение электроэнергии, газа и воды	строительство	транспорт и связь
на 1000 работающих							
Всего пострадавших на производстве							
2005	3,2	3,6	-	4,1	1	4,6	2,1
2006	2,9	2,9	-	3,8	0,9	5,7	2,4
2007	3,1	3,7	-	3,9	0,9	4,6	3
2008	2,8	2,3	-	3,5	1,3	6,9	1,9
2009	2,3	2,5	-	2,4	1,4	6,7	1,6
2010	3,1	2,6	-	4,3	1,4	7	2,7
из них со смертельным исходом							
2005	0,15	0,222	-	0,14	-	0,535	-
2006	0,195	0,396	-	0,09	-	0,603	0,155
2007	0,133	0,247	-	0,073	-	0,374	-
2008	0,109	0,189	-	0,076	-	0,25	0,163
2009	0,113	0,193	-	0,044	-	0,326	0,12
2010	0,218	0,215	-	0,119	0,21	1,811	0,127

Таблица 3 – Численность лиц с впервые установленным профессиональным заболеванием (отравлением) по Российской Федерации

Год	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Численность пострадавших, человек	8156	7715	7501	7265	8081	7671

По причинам происшествия в РФ в 2010 г. по данным Роструда [4] на неудовлетворительную организацию производства работ приходилось 28,3%, на неудовлетворительное содержание и недостатки ор-

ганизации рабочих мест – 4,8%, на неприменение работниками средств индивидуальной защиты – 3,9% от общего количества несчастных случаев с тяжелыми последствиями. Это позволяет сделать вывод о том, что в неблагоприятных условиях имеет место отсутствие, неиспользование, использование не по назначению и низкая эффективность использования средств коллективной и индивидуальной защиты. Необходимо отметить, что в структуре расходов на компенсации и средства индивидуальной защиты в 2010 г. спецодежда и спецобувь и другие средства индивидуальной защиты составляют 33,7%.

Если проанализировать расходы на мероприятия по охране труда в 2010 г. на одного занятого по видам экономической деятельности [4], то в сельском хозяйстве, охоте и лесном хозяйстве выделялось 2174,7 руб., что в 3,1 раза меньше, чем в целом по РФ; в обрабатывающих производствах – в 1,21 раза больше, чем в целом по РФ, но меньше в 2,46 раза, чем при добыче полезных ископаемых.

Кроме всего, в условиях сложившейся финансово-экономической ситуации имеют место факты снижения объемов финансирования мероприятий по охране труда, в том числе на обеспечение работников средствами индивидуальной защиты, обучение по охране труда, проведение аттестации рабочих мест по условиям труда, сокращается численность специалистов по охране труда.

### **Литература**

1. Доклад «О реализации государственной политики в области охраны труда в Российской Федерации в 2007 году» [Текст]. – Москва, 2008. – 98 с.
2. Доклад «О реализации государственной политики в области охраны труда в Российской Федерации в 2008 году» [Текст]. – Москва, 2009. – 90 с.
3. Доклад «О реализации государственной политики в области охраны труда в Российской Федерации в 2009 году» [Текст]. – Москва, 2010. – 95 с.
4. Доклад «О реализации государственной политики в области охраны труда в Российской Федерации в 2010 году» [Текст]. – Москва, 2011. 83 с.
5. Российский статистический ежегодник 2006: стат.сб. [Текст] / В.Л. Соколин, Э.Ф. Баранов, М.И. Гельвановский и др.– М.: Росстат, 2006. – 806 с.
6. Российский статистический ежегодник 2008: Стат.сб. [Текст] / В.Л. Соколин, Э.Ф. Баранов, М.И. Гельвановский и др. – М.: Росстат, 2008. – 847 с.

7. Российский статистический ежегодник 2010: стат.сб. [Текст] / В.Л. Соколин, Э.Ф. Баранов, М.И. Гельвановский и др. – М.: Росстат, 2010. – 813 с.

8. Российский статистический ежегодник 2011: стат.сб. [Текст] / А.Е. Суринов, Э.Ф. Баранов, М.И. Гельвановский и др. – М.: Росстат, 2008. – 795 с.

9. Кевеш, А.Л. Труд и занятость в России 2007: стат.сб. [Текст] / А.Л. Кевеш, Л.А. Белокодная, Т.Л. Горбачева. – М.: Росстат, 2007. – 611 с.

10. Лайкам, К.Э. Труд и занятость в России 2009: стат.сб. [Текст] / Л.А. Белокодная, Т.В. Блинова. – М.: Росстат, 2009. – 623 с.

11. Лайкам К.Э. Труд и занятость в России. 2011: стат.сб. [Текст] / О.И. Антонова, Т.В. Блинова. – М.: Росстат, 2011. – 623 с.

УДК 664.834: 636

*д.т.н., профессор, Белова Т.И.,  
Брянская ГСХА*

*к.т.н., доцент, Гаврищук В.И.,  
ассистент, Агаишков Е.М.,  
аспирант, Кузнецов П.И.,  
ассистент, Лобода О.А.,*

*ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК», г.Орел*

## **АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ТРУДА РАБОТАЮЩИХ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Удельный вес работающих в неблагоприятных условиях труда [14] в 2010 г. по сравнению с 2005 г. увеличился в целом по России на 5,2 %, на обрабатывающих производствах – 5,9%, в том числе при производстве пищевых продуктов (табл. 1) – 55,5% [1].

Удельный вес работающих в неблагоприятных условиях труда в пищевой промышленности Орловской области [2] в 2010 г. по сравнению с 2005 г. увеличился (табл. 2) на 23,7% [1].

Удельный вес работающих в пищевой промышленности РФ под воздействием повышенных уровней шума, ультра- и инфразвуков в среднем составлял в эти годы 5,83%; запыленности воздуха рабочей зоны – 1,82%; загазованности воздуха рабочей зоны – 1,10%; уровней вибрации – 0,62%.

Таблица 1 – Характеристика условий труда работающих в пищевой промышленности Российской Федерации

Год	Всего работали в условиях, не отвечающих санитарно-гигиеническим нормам	Работали под воздействием повышенного (ной)			
		уровня шума, ультра- и инфразвуков	уровня вибрации	запыленности воздуха рабочей зоны	загазованности воздуха рабочей зоны
Удельный вес, %					
2005	10,1	4,7	0,5	2	1,3
2006	10,1	4,7	0,5	1,9	1,2
2007	10,9	5	0,5	1,9	1,2
2008	12,5	6	0,6	1,7	1
2009	14,2	6,9	0,7	1,7	1
2010	15,7	7,7	0,9	1,7	0,9
Количество работников, тыс. чел.					
2005	146,147	68,009	7,235	28,94	18,811
2006	145,025	67,487	7,179	27,282	17,231
2007	158,758	72,825	7,282	27,674	17,478
2008	176,362	84,654	8,465	23,985	14,109
2009	190,777	92,702	9,404	22,84	13,435
2010	206,831	101,44	11,857	22,396	11,857

Таблица 2 – Характеристика условий труда работающих в пищевой промышленности Орловской области

Год	Всего работали в условиях, не отвечающих санитарно-гигиеническим нормам	Работали под воздействием повышенного (ной)			
		уровня шума, ультра- и инфразвуков	уровня вибрации	запыленности воздуха рабочей зоны	загазованности воздуха рабочей зоны
Удельный вес работающих, %					
2005	11,8	5,4	0,4	3,5	1,4
2006	11,6	5,2	0,5	3,3	1,1
2007	10,9	5,4	0,5	2,6	1,2
2008	11,6	0,7	0,7	2,1	1,4
2009	13	6,6	0,3	3,9	1,7
2010	14,6	7,8	0,5	4,2	1,2
Количество работников, чел.					
2005	1528	699	51	453	181
2006	1481	663	63	421	140
2007	1387	687	63	330	152
2008	1380	83	83	249	166
2009	1469	746	33	440	192
2010	1476	788	50	424	121

Удельный вес работающих в пищевой промышленности Орловской области под воздействием повышенных уровней шума, ультра- и инфразвуков увеличился в 2010 г. по сравнению с 2005 г. на 44,5%; запыленности воздуха рабочей зоны – на 20%; загазованности воздуха рабочей зоны снизился на 14,3%; уровней вибрации увеличился на 25%.

Приведенные данные показывают, что удельный вес работающих в пищевой промышленности РФ, в т.ч. Орловской области, в условиях, не отвечающих санитарно-гигиеническим нормам, растет, а основными негативными факторами, воздействующими на работающих пищевой промышленности являются уровни шума, ультра-, инфразвуков и запыленности воздуха рабочей зоны.

Количество работающих в эти годы под воздействием повышенной запыленности воздуха рабочей зоны в пищевой промышленности РФ снизилось на 22,6% с одновременным снижением общего количества работающих пищевой промышленности РФ на 9,84%; в пищевой промышленности Орловской области также произошло снижение на 6,41% с одновременным снижением общего количества работающих пищевой промышленности Орловской области на 21,9%.

Таблица 3 – Производство основных видов пищевых продуктов в Российской Федерации с повышенным выделением пыли в воздух рабочей зоны

Продукция, тыс. тонн	Годы				
	2005	2006	2007	2008	2009
Мука, тыс. тонн	10,4	10,4	10,3	10,3	10,2
Крупа	960	1030	1113	1136	1258
Хлеб и хлебобулочные изделия, тыс. тонн	8	7,8	7,8	7,5	7,2
Сахарный песок, рафинад	5642,9	5869,2	6168,6	5937,2	5087,2
Макаронные изделия	993	1036	1014	1027	1048
Папиросы и сигареты, млрд. шт.	407	414	401	413	416

Это говорит о том, что снижение количества работающих под воздействием повышенной запыленности воздуха рабочей зоны в пищевой промышленности РФ частично связано со снижением общего количества работающих пищевой промышленности РФ, а в пищевой промышленности Орловской области снижение в основном связано с сокращением общего количества работающих пищевой промышленности области.

Таблица 4 – Производство основных видов пищевых продуктов в Орловской области с повышенным выделением пыли в воздух рабочей зоны

Продукция, тыс. тонн	Годы					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Мука	95,8	77,4	63,5	68,1	78	87,7
Крупа	9,5	6,5	7,3	9,2	20,3	15,1
Комбикорма	43,8	67,4	90,7	99,6	129,5	199,7
Хлеб и хлебобулочные изделия	66,7	63,2	60,6	56,2	55,9	54,8
Сахарный песок	52,7	84,2	122,2	128,4	140,6	148,9
Макаронные изделия	0,5	0,3	0,1	0,1	0,1	0,275
Крахмал сухой	9,7	10,8	10,7	12,3	11,6	14

Несмотря на снижение количества работающих в отрасли РФ, уровень производства растет [6...12]. Если выделить производства, связанные с повышенным выделением пыли (табл. 3), то уровень производства вырос в среднем на 9,5%, наибольшее увеличение происходило при производстве крупы на 31,04%; при снижении количества работающих в отрасли области, уровень производства вырос [2, 13...15]. Если выделить производства, связанные с повышенным выделением пыли (табл. 4), то уровень производства вырос в среднем на 81,5%, наибольшее увеличение происходило при производстве комбикормов и сахарного песка на 355,94% и 182,54%, соответственно.

### Литература

1. Доклад «О реализации государственной политики в области охраны труда в Российской Федерации в 2007 году» [Текст]. – Москва, 2008. – 98 с.
2. Орловская область. 2000, 2005-2010: стат.сб. [Текст] / Т.П. Устинова, Л.И. Акимова, М.В. Андреюк и др. – Орел: Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Орловской области.2011. – 398с.
3. Доклад «О реализации государственной политики в области

охраны труда в Российской Федерации в 2008 году» [Текст]. – Москва, 2009. – 90 с.

4. Доклад «О реализации государственной политики в области охраны труда в Российской Федерации в 2009 году» [Текст]. – Москва, 2010. – 95 с.

5. Доклад «О реализации государственной политики в области охраны труда в Российской Федерации в 2010 году» [Текст]. – Москва, 2011. 83 с.

6. Российский статистический ежегодник 2006: стат.сб. [Текст] / В.Л. Соколин, Э.Ф. Баранов, М.И. Гельвановский и др. – М.: Росстат, 2006. – 806 с.

7. Российский статистический ежегодник 2008: Стат.сб. [Текст] / В.Л. Соколин, Э.Ф. Баранов, М.И. Гельвановский и др. – М.: Росстат, 2008. – 847 с.

8. Российский статистический ежегодник 2010: стат.сб. [Текст] / В.Л. Соколин, Э.Ф. Баранов, М.И. Гельвановский и др. – М.: Росстат, 2010. – 813 с.

9. Российский статистический ежегодник 2011: стат.сб. [Текст] / А.Е. Суринов, Э.Ф. Баранов, М.И. Гельвановский и др. – М.: Росстат, 2008. – 795 с.

10. Кевеш, А.Л. Труд и занятость в России 2007: стат.сб. [Текст] / А.Л. Кевеш, Л.А. Белоконная, Т.Л. Горбачева. – М.: Росстат, 2007. – 611 с.

11. Лайкам, К.Э. Труд и занятость в России 2009: стат.сб. [Текст] / Л.А. Белоконная, Т.В. Блинова. – М.: Росстат, 2009. – 623 с.

12. Лайкам К.Э. Труд и занятость в России. 2011: стат.сб. [Текст] / О.И. Антонова, Т.В. Блинова. – М.: Росстат, 2011. – 623 с

13. Орловская область. 2000-2008: стат.сб. [Текст] / В.С. Вербовский, Л.И. Акимова, М.В. Андреюк и др. – Орел: Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Орловской области, 2009. – 353 с.

14. Орловская область. 2000-2009: стат. сб. [Текст] / Т.П. Устинова, Л.И. Акимова, М.В. Андреюк и др. – Орел: Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Орловской области, 2009. – 410 с.

15. Обоснование рабочей гипотезы улучшения условий труда при повышенных концентрация пылей [Текст] / Т.И. Белова, Е.М. Агашков, В.И. Гавришук и др. // Проблемы энергетики, природопользования. Вопросы безопасности жизнедеятельности и экологии: международная научно-практическая конференция. – Брянская ГСХА. – Брянск, 2010. – С. 40-43.

УДК 629.33

*д.т.н., профессор, Белова Т.И.,  
инженер, Филиппов А.А.,  
Брянская ГСХА,  
к.т.н., доцент, Растягаев В.И.,  
к.т.н., доцент, Сухов С.С.,  
ФГБОУ ВПО «Брянский государственный университет  
им. ак. И.Г. Петровского*

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ОПЕРАТОРОВ САМОХОДНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН**

При использовании самоходных транспортных машин (СТМ) в сельскохозяйственном производстве России и на дорогах общей сети число пострадавших с летальным и тяжелым исходами не снижается. Основными видами происшествий являются столкновения (удары лобовые, фронтальные, задние), опрокидывания (продольные, поперечные), наезды (на транспортные средства, пешеходов и препятствия). Операторы указанных машин находятся под воздействием негативных производственных факторов (шум, вибрация, неблагоприятный микроклимат, загазованность, запыленность, напряженность трудового процесса и др.), параметры которых в определенных условиях значительно превышают допустимые нормы. Такими условиями являются использование систем самоходных транспортных машин (ССТМ) сельскохозяйственного назначения, которые имеют возможность взаимодействия и контакта между собой, что повышает риск травмирования и подтверждает данные анализа производственного травматизма операторов самоходных сельскохозяйственных машин /1,2/.

Основной причиной транспортных происшествий в сельском хозяйстве является столкновение транспортных средств, а к факторам, влияющим на данный вид происшествий, относятся: несвоевременное включение (или отсутствие) оповещения о состоянии движения (торможение, поворот и т.д.); превышение значения тормозного пути, психологическое состояние оператора СТМ (утомляемость, нетрезвость и т.д.); превышение скорости движения. Данные факторы опасности пока рассматриваются как отдельные проблемы и соответственно существующие технические средства, определяющие в отдельности эти факторы, не обеспечивают ни точности, ни быстродействия при принятии решения оператором самоходного транспортного средства /1,2/.

Улучшение условий и повышение безопасности труда операторов СТМ /3-5/ может достигаться минимизацией уровней опасных и вредных производственных факторов за счет выбора оптимальных условий эксплуатации СТМ и повышением надежности защиты работающих за счет использования разработанных авторами технических средств охраны труда.

В целях реализации принципов охраны труда и задач исследования, модель безопасного функционирования ССТМ может быть представлена в виде двухблочной вероятностной модели (рис.1,2).

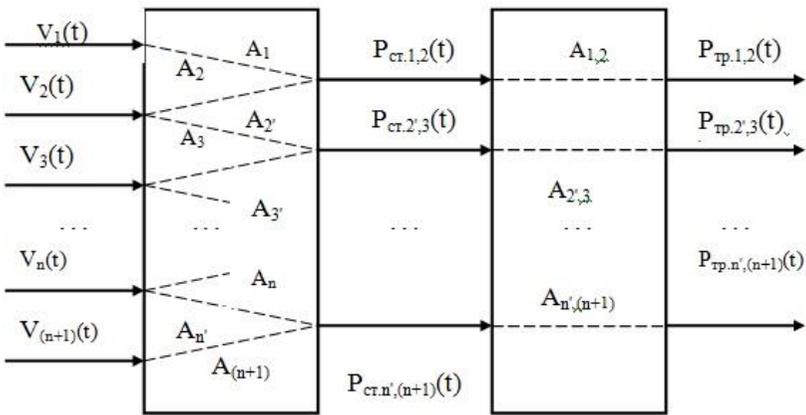


Рис.1 Модель безопасного функционирования системы самоходных транспортных средств

Основными возмущающими воздействиями блока 1 являются процессы изменения скоростей движения  $V_1(t)$ ,  $V_2(t)$ ,  $V_3(t)$ , ...,  $V_n(t)$ ,  $V_{(n+1)}(t)$  ведущих и ведомых СМ, выходными воздействиями – процессы изменения вероятностей столкновения ведомых СМ с ведущими  $P_{ст.1,2}(t)$ ,  $P_{ст.2',3}(t)$ , ...  $P_{ст.п',(n+1)}(t)$ , которые являются возмущающими процессами по отношению к блоку 2 и определяются как:

$$\begin{cases} P_{ст.1,2i}(t) = S_{т2i} / S_{тн2}, \\ P_{ст.2',3i}(t) = S_{т3i} / S_{тн3}, \\ P_{ст.3',4i}(t) = S_{т4i} / S_{тн4}, \\ \dots \\ P_{ст.п',(n+1)i}(t) = S_{(n+1)i} / S_{тн(n+1)}, \end{cases} \quad (1)$$

где  $S_{т2i}$ ,  $S_{т3i}$ ,  $S_{т4i}$ , ...,  $S_{тнi}$ ,  $S_{(n+1)i}$  - тормозной путь ведомых СМ в случае  $i$ -го торможения ведущих СМ;

$S_{тн2}, S_{тн3}, S_{тн4}, \dots, S_{тн(n+1)}$  - нормируемое значение тормозного пути ведомых СМ в зависимости от условий эксплуатации.

Выходными процессами блока 2 являются изменения вероятности травмирования  $P_{тр.1,2}(t), P_{тр.2',3}(t), \dots, P_{тр.n',(n+1)}(t)$  операторов ведущих и ведомых СМ, зависящие от надежности защиты работающих ССТМ при использовании устройства определения тормозного пути. Операторы  $A_1, A_2, A_2', A_3, A_3', \dots, A_n, A_{(n+1)}; A_{1,2}, A_{2',3}, \dots, A_{n',(n+1)}$  характеризуют процессы преобразования параметров входных процессов соответственно блоков 1 и 2 в выходные.

В зависимости от вида моделей, возможностей получения экспериментальных реализаций процессов и требуемой точности оценок используются различные методы идентификации во временной и частотной области.

Для решения поставленных в нашем случае задач представляется наиболее подходящим алгоритм идентификации по спектральным плотностям изучаемых процессов /6,7/.

Простейшим уравнением идентификации в частотной области является выражение

$$S_a(\omega) = S_b(\omega)[A_{a,b}(\omega)]^2 \quad (2)$$

где  $[A_{a,b}(\omega)]^2$  – амплитудно-частотные характеристики транспортной безопасности СТМ;

$S_a(\omega), S_b(\omega)$ , – спектральные плотности соответственно выходных и входных процессов при соответствующих условиях эксплуатации.

В случае использования ССТМ уравнения идентификации в частотной области и полагая некоррелированными входные воздействия  $V_1(t), V_2(t); V_2(t), V_3(t); \dots; V_n(t), V_{n+1}(t)$ , можно записать следующие выражения.

$$\begin{aligned} P_{ст.1,2}(t) &= A_1 [V_1(t)] + A_2[V_2(t)] \\ P_{ст.2,3}(t) &= A_2[V_2(t)] + A_3[V_3(t)] \\ P_{ст.3,n}(t) &= A_3' [V_3(t)] + A_4[V_4(t)] \\ P_{ст.n',(n+1)}(t) &= A_n' [V_n(t)] + A_{(n+1)}[V_{(n+1)}(t)] \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} S_{P_{тр1,2}}(\omega) &= \{S_{P1ст.}(\omega) + S_{P2ст.}(\omega)\} [A_{1,2}(\omega)]^2 \\ S_{P_{тр2',3}}(\omega) &= \{S_{P2'ст.}(\omega) + S_{P3ст.}(\omega)\} [A_{2',3}(\omega)]^2 \\ S_{P_{тр3',4}}(\omega) &= \{S_{P3'ст.}(\omega) + S_{P4ст.}(\omega)\} [A_{3',4}(\omega)]^2 \\ &\dots \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} S_{P_{трn',n+1}}(\omega) &= \{S_{Pn'ст.}(\omega) + S_{P(n+1)ст.}(\omega)\} [A_{n',(n+1)}(\omega)]^2 \\ S_{P_{тр1,2}}(\omega) &= \{S_{V1}(\omega)[A_1(\omega)]^2 + S_{V2}(\omega)[A_2(\omega)]^2\} [A_{1,2}(\omega)]^2 \\ S_{P_{тр2,3}}(\omega) &= \{S_{V2}(\omega)[A_2(\omega)]^2 + S_{V3}(\omega)[A_3(\omega)]^2\} [A_{2,3}(\omega)]^2 \end{aligned}$$

$$S_{P_{TP3,4}}(\omega) = \{S_{V3}(\omega)[A_3(\omega)]^2 + S_{V4}(\omega)[A_4(\omega)]^2\} [A_{3,4}(\omega)]^2 \quad (5)$$

$$S_{P_{TPn',(n+1)}}(\omega) = \{S_{Vn}(\omega)[A_n(\omega)]^2 + S_{V(n+1)}(\omega)[A_{(n+1)}(\omega)]^2\} [A_{n',(n+1)}(\omega)]^2$$

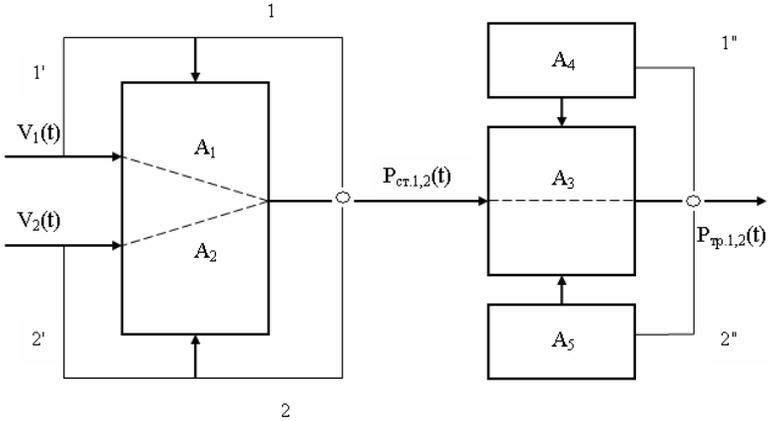


Рис.2 Модель управления безопасностью операторов самоходных транспортных машин

где  $A_1, A_2$  – операторы преобразования входных процессов изменения скоростей движения ведущих и ведомых самоходных машин в выходные блока 1, характеризующие транспортную безопасность операторов СТМ;

$A_3$  – оператор преобразования входных процессов в выходные блока 2, характеризующий надежность защиты работающих при использовании существующих технических средств охраны труда СТМ;

$A_4$  – оператор, характеризующий надежность защиты работающих при использовании предлагаемого устройства определения тормозного пути СТМ;

$A_5$  – оператор, характеризующий надежность защиты работающих при использовании устройства контроля за состоянием бодрствования водителя транспортного средства.

Обратные связи 1,1', 2,2' – характеризуют управление транспортной безопасностью ССТМ с целью соблюдения оптимальных допусков  $\Delta_{01}, \Delta_{01'}, \Delta_{02}, \Delta_{02'}$  на отклонение параметров процессов  $P_{ст.}(t)$ , от настроечного за счет выбора скоростного режима движения

СМ и соблюдения эксплуатационных допусков  $\Delta_{31}, \Delta_{32}$ ; учета условий эксплуатации СМ и соблюдения исполнительных допусков  $\Delta_{и1}', \Delta_{и2}'$ . Обратные связи 1" и 2" характеризуют управление эксплуатационной безопасностью за счет совершенствования средств защиты работающих с целью соблюдения рациональных допусков  $\Delta_1'', \Delta_2''/6$ .

В случае использования СТМ (рис.2) уравнения идентификации в частотной области и полагая некоррелированными входные воздействия  $V_1(t), V_2(t)$  можно записать следующие выражения /6-8/.

$$P_{ст.1,2}(t) = A_1[V_1(t)] + A_2[V_2(t)] \quad (6)$$

$$S_{P_{тр}}(\omega) = \{S_{P1ст.}(\omega) + S_{P2ст.}(\omega)\} [A_3(\omega)]^2 \quad (7)$$

$$S_{P_{тр}}(\omega) = \{S_{V1}(\omega)[A_1(\omega)]^2 + S_{V2}(\omega)[A_2(\omega)]^2\} [A_3(\omega)]^2 \quad (8)$$

где  $[A_1(\omega)]^2, [A_2(\omega)]^2$  – амплитудно-частотные характеристики безопасности столкновения ведущей 1 и ведомой 2 самоходных транспортных машин;

$[A_3(\omega)]^2$  - амплитудно-частотные характеристики безопасности использования технических средств.

Алгоритм основан на вычислении по спектральным характеристикам реализаций процессов на входе и выходе модели частотной функции с последующей аппроксимацией ее аналитическим выражением, результатом которой являются численные оценки коэффициентов передаточной функции модели.

Оптимальными условиями работы транспортной машины будут такие, при которых соответственно тормозные пути  $S_{тн}, S_{тi}$  и время срабатывания на торможение  $t_{тi}$  будут минимальными. При этом оптимальная зависимость  $P_{ст.}(t) = f(S_{тн}, S_{тi}, t_{тi})$  достигается за счет:

- сокращения нормативного значения тормозного пути  $S_{тн}$ ;
- сокращения тормозного пути  $S_{тi}$  в реальных условиях эксплуатации;
- сокращения времени срабатывания на торможение  $t_{тi}$ .

С целью управления безопасностью СТМ согласно предлагаемых вероятностных моделей (рис.1,2) рассматривается блок 2, характеризующий надежность обеспечения безопасности операторов при существующих технических и предлагаемых технических средствах.

В качестве предлагаемых технических средств используются устройства определения тормозного пути и устройства определения усталости водителя транспортного средства. В связи с тем, что большой уровень транспортного травматизма происходит из-за неудовле-

творительного состояния тормозной системы, актуальной является проблема определения тормозного пути, что позволит заранее определять состояние тормозной системы по величине тормозного пути. Определение тормозного пути является достаточно сложной проблемой при выяснении причин аварий, а также в процессе испытаний при выпуске новых транспортных средств. Тормозной путь является одним из параметров, указанных нормативными документами.

С целью упрощения определения тормозного пути было разработано «Устройство определения тормозного пути транспортного средства», использование которого позволит повысить точность определения величины тормозного пути, информативность оператора в процессе движения транспортного средства и оперативность реагирования на возникновение препятствия.

Как показывает анализ дорожно-транспортных происшествий (ДТП), одним из наиболее опасных факторов, приводящих к серьезным ДТП, является усталость водителя (водитель при сильной усталости может уснуть за рулём), особенно когда это связано с длительными поездками. Из 624 исследуемых ДТП в 6% случаев основной причиной аварии была усталость водителя. В 37% таких аварий был летальный исход.

Относительно времени суток, когда происходило ДТП из-за усталости водителя, было выявлено два критических периода времени. Большинство аварий происходило в промежуток между 2.00 и 2.59 часами ночи – по всей видимости, в то время, когда биоритм водителя был на самой низкой точке, а также в период между 15.00 и 15.59 – почти в конце рабочего дня.

Почти 90% всех аварий из-за усталости водителя происходили на автотрассах или дорогах между городами. В самих городах ДТП из-за усталости водителя происходят крайне редко /9/.

Много аварий на междугородних трассах случаются из-за того, что водители автомобилей засыпают за рулём. «Секундный сон» водителя крайне опасен на большой скорости.

В настоящее время на рынке существует множество устройств, которые не дают возможность водителю заснуть за рулем.

Компания Saab предлагает систему слежения за вниманием водителя - Driver Attention Warning System. /10/. Она предупреждает аварийные ситуации, вызванные усталостью водителя. Система Driver Attention Warning System исключает развитие двух опасных состояний водителя за рулем, из-за которых часто происходят аварии - это сонливость и невнимательность. Она предупреждает водителя появлением комбинации текста, звуковыми сигналами или вибрацией подушки сидения.

Система использует две миниатюрных инфракрасных камеры, одна из которых смонтирована у основания левой передней стойки со стороны водителя, а другая - посередине передней панели. Они сфокусированы на положении глаз водителя. Информация, идущая от камер, анализируется специальной программой, которая умеет распознавать движения глаз и век, если водитель засыпает или не смотрит на дорогу.

Инфракрасные камеры используются для повышения работоспособности системы при любой степени освещенности и в случае, если водитель носит темные очки. Система использует сложный алгоритм, благодаря которому измеряется интенсивность морганий глаз. Если камера определяет длительные промежутки, когда веки опущены, это служит признаком сонливости и система подает тревожные сигналы.

Японские ученые анонсировали разработки специального водительского кресла, которое будет контролировать состояние водителя при вождении. /11/. Спасательная технология, которая сейчас находится в форме опытного образца, в конечном счете, может появиться как принудительное оборудование. Автомобильное кресло будет содержать множество датчиков, которые смогут обнаружить изменения в пульсе и дыхании человека при типичных признаках засыпания. В отличие от предыдущих версий, которые опутывали водителя множеством электродов и другой аппаратуры, это кресло имеет встроенные датчики, которые смогут эффективно диагностировать водителя, даже когда на нем много одежды.

Устройство против засыпания за рулем Anti Sleep Pilot устанавливается на приборной панели автомобиля и постоянно контролирует движения головы водителя /12/. Если движения головы становятся беспорядочными, то это может сигнализировать о том, что водитель устал. Но устройство делает вывод об усталости не только на основе этого фактора. Оно также генерирует для водителя специальные задания, требующие прикоснуться к устройству, и на основе времени реакции показывает уровень усталости.

Если индикатор горит зеленым, то это свидетельствует о том, что водитель находится в хорошей форме, его внимание сосредоточено и поэтому можно смело продолжать путь. Если же индикатор горит красным, то, вероятно, водителю следует остановиться и отдохнуть. Таким образом, устройство сможет определить момент, когда внимание водителя ухудшается, и предупредит его об этом. Это должно свести возможность заснуть за рулем к нулю.

Заслуживает внимание устройство для контроля состояния водителя (патент на изобретение RU 2435681C1), предлагаемое ООО «Точная электроника» /13/.

Устройство предназначено для предупреждения возникновения аварийных ситуаций в случае возникновения опасных для здоровья состояний или засыпания водителя транспортного средства. В процессе работы устройства осуществляется мониторинг состояния сердечно-сосудистой системы водителя транспортного средства. Устройство характеризуется расширенными функциональными возможностями и имеет повышенную надежность.

Рассмотренные выше и подобные приборы не являются панацеей против сна и не ускорят реакцию водителя, проснувшегося на крутом повороте. Однако, если человек начнет засыпать на прямой дороге или трассе - прибор, возможно, спасет жизнь ему и, вероятно, встречному водителю. Главное, чтобы каждый водитель помнил, что не нужно надеяться на приборы, которые спасут ему жизнь, а сам должен следить за дорогой, состоянием своего здоровья и не допускать создания аварийных ситуаций на дороге.

Исходя из указанного выше, авторами разработано устройство контроля за состоянием бодрствования водителя транспортного средства за счет снижения времени реакции водителя на изменение ситуации, повышение точности определения момента засыпания при движении и надежности работы.

### **Литература**

1. Загородних А.Н. и др. Теоретические основы безопасности движения и эффективности работы самоходной техники. - Орел: Орел ГТУ, 2005г. - 302 с.

2. Белова Т.И., Сухов С.С. Теоретические аспекты повышения безопасности операторов самоходных транспортных средств // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Безопасность через образование». - Брянск: БГУ, 2006. - с.27-29.

3. Белова Т.И., Загородних А.Н., Белов С.М., Сухов С.С. Улучшение условий и повышение безопасности труда операторов этих машин //Вестник охраны труда. - Вып.1. - Орел: ФГНУ ВНИИ охраны труда, 2006. - с.35-38

4. Загородних Н.А., Белов С.М. Оценка безопасности дорожного движения транспортных средств // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - №6. – 2006. - с.26 -29.

5. Белова Т.И., Загородних А.Н. Математическое моделирование условий и безопасности труда водителей самоходной техни-

ки //Механизация и электрификация сельского хозяйства. - №9. – 2006. - с.29 -32.

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

7. Лурье А.Б. Статистическая динамика сельскохозяйственных агрегатов.-М.:Колос, 1981.-382 с.

8. Лурье А.Б., Любимов А.И. Широкозахватные агрегаты.-Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1981.-270с.

9. На дороге усталость так же опасна, как и алкоголь. - [www.transportnaja-birzha.ru](http://www.transportnaja-birzha.ru).

10.Панкова А. За рулем не спать! Как? - [www.metayogg.at.ua](http://www.metayogg.at.ua).

11. Постановление Правительства РФ «Правила дорожного движения Российской Федерации» № 1090 от 23.10.1993г. (с измен.)

12. Устройство против засыпания за рулем Anti Sleep Pilot. <http://devicebox.ru/anti-sleep-pilot>.

13.Кльпин Д.Н, Чернышев А. К., Кузнецов В. В. Устройство для контроля состояния водителя// Патент на изобретение RU2435681C1, приоритет от 01.11.2010г.

УДК 621.86/87 – 82

*Аспирант, Беззуб Ю.В.,  
Брянская ГСХА*

## **УСТРОЙСТВА ЗАМЕДЛЕНИЯ ЖИДКОСТНОГО ПОТОКА ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ МАШИН**

**Аннотация** Выполнен анализ устройств замедления жидкостного потока в гидроприводах сельскохозяйственных транспортных и мобильных машин с гидрофицированными частями

В сельскохозяйственном машиностроении постоянно возникает необходимость в использовании гидравлических цилиндров одностороннего действия, обеспечивающих быстрый подъем рабочих органов платформ (органов) и постоянное независимое от внешней нагрузки время опускания.

В нашей стране и за рубежом для торможения рабочего цилиндра, опускающего груз, разработаны и используются дроссельные устройства и замедлительные клапаны.

На отечественных навесных сельскохозяйственных машинах и орудиях для предотвращения поломок, при переводе их из транспортного положения в рабочее, сопровождающего сильными ударами машин о поверхность, применяются замедлительные клапаны (рисунок 1).

Замедлительный клапан состоит из корпуса 1, шайбы с калиброванным отверстием 2 и трех штифтов 3, ограничивающих перемещение шайбы. Диаметр калиброванного отверстия шайбы для различных гидравлических цилиндров выбирают разные в зависимости от грузоподъемности. Замедлительный клапан одним концом ввертывают в отверстие гидравлического цилиндра, на другой конец подсоединяют шланг от гидросистемы трактора или машины. Данный клапан позволяет быстрый подъем сельскохозяйственной навесной машины и более замедленное ее опускание.

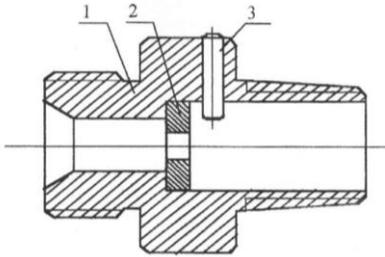


Рисунок 1 – Замедлительный клапан:

1 – корпус; 2 – шайба с калиброванным отверстием; 3 – штифты

В настоящее время в гидроподъемниках сельскохозяйственных машин, предназначенных для подъема платформ, масло поступает через калиброванное отверстие штуцера 1, позволяет опускаться платформе замедленною (рисунок 2.). Такие прицепы и машины с поднимающими платформами оборудованы предохранительными стойками, чтобы обеспечить безопасность работающих при работе под поднятой платформой.

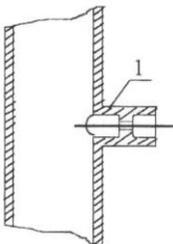


Рисунок 2 – Гидроцилиндр:

1 – штуцер с калиброванным отверстием

Однако как показывает практика и анализ травматизма, обслуживающий персонал редко пользуется предохранительной стойкой при работе под поднятой платформой. Отмечены также случаи, когда при случайном обрыве шланга, устранении отказов в гидравлической системе (затягивании штуцера шланга подводящего масло к гидравлическому цилиндру, чтобы устранить течь и т.д.) происходит резкое опускание платформы. Люди находящиеся под ней, не успевают покинуть опасную зону и травмируются (в большинстве случаев с летальным исходом). Таким образом, задача обеспечения безопасности сводится к определению оптимального времени опускания платформы.

Рассмотрим время опускания платформы и параметры, от которых оно зависит:

$$t = \frac{V}{Q}$$

где  $t$  – время опускания платформы, с;

$V$  – объем полости гидравлического цилиндра заполняемой маслом,  $\text{м}^3$ ;

$Q$  – расход жидкости через калиброванное отверстие в штуцере,  $\text{м}^3/\text{с}$ .

Согласно теоретическим расчетам расход жидкости определяется:

$$Q = \frac{l \times \pi \times R}{\eta \times 8l} \Delta p$$

где  $\eta$  – вязкость масла,  $\text{кг}/\text{м} \cdot \text{с}$ ;

$R$  – радиус калиброванного (дроссельного) отверстия,  $\text{см}$ ;

$l$  – длина калиброванного (дроссельного) отверстия,  $\text{м}$ , в нашем случае из-за малой величины можно пренебречь;

$\Delta p$  – перепад давления в калибровочном отверстии,  $\text{кг}/\text{м}^2$ .

В предварительных расчетах можно пользоваться равенством

$$p = p_1 = \frac{(1,1 \dots 1,5)P}{0,785 D^2}$$

где  $P$  – внешнее усилие на штоке цилиндра,  $\text{кг}$ ;

$D$  – диаметр поршня,  $\text{см}$ .

При случайном обрыве шланга давление за калиброванным отверстием будет равно нулю  $p_2 = 0$ , тогда,

$$\Delta p = p_1 - p_2 = p_1$$

Однако, такие клапаны и калибровочные отверстия, не обеспечивают постоянное время опускания грузоподъемных платформ (рабочих органов) при различной внешней нагрузке. Так как при максимальной нагрузке и случайном обрыве шланга (по выше изложенным формулам для прицепа 2-ПТС – 4, где произошло наибольшее количество травм) время опускания платформы составляет около 6 секунд, а при минимальной – 20 секунд. Приводит как к повреждению подъемных средств, и как уже отмечалось выше к смертельному травмированию людей, по каким-либо причинам оказавшихся в зоне движения платформы (рабочего органа).

Для того чтобы увеличить время опускания платформы (рабочего органа) надо соответственно уменьшить площадь калиброванного отверстия в штуцере или шайбе. Однако уменьшение сечения отверстия приводит к негативным последствиям: увеличивается времени подъема платформы (что экономически не выгодно), большая часть мощности машины расходуется на нагрев масла при перепуске через калибровочное отверстие, что крайне не желательно.

Авторы предлагают разработанную конструкцию устройства регулирования скорости подъема – опускания грузовой самосвальной платформы представленную на рисунке 3.

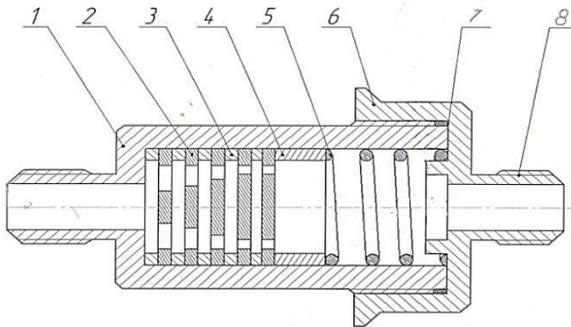


Рисунок 3 – Устройство регулирования скорости подъема – опускания грузовой самосвальной платформы

Устройство регулирования скорости подъема – опускания грузовой самосвальной платформы состоит из корпуса 1, в котором размещены дроссельные шайбы 2, кольца 3, втулка 4, пружина 5. Корпус закрывается крышкой 6 со штуцером 8. Корпус 1 вворачивается в резьбовое отверстие гидроцилиндра (на рисунке не показан), а на

штуцер 8 наворачивается гайка рукава высокого давления от масляного насоса транспортного средства (на рисунке не показана). Дроссельные шайбы, кольца и втулка удерживаются от проворачивания шлицом.

Для герметичности соединений используются фторопластовые и резиновые кольца 7.

Устройство работает следующим образом. При подъеме грузовой самосвальной платформы с помощью гидроцилиндра, рабочее тело от масляного насоса транспортного средства, через штуцер 9 и устройство регулирования скорости подъема – опускания грузовой самосвальной платформы подводится к цилиндру через штуцер корпуса 1. Все дроссельные шайбы 2, кольца 3 и втулка 4, под действием пружины 5 находятся в крайнем левом положении, рабочее тело истекает через максимальное сечение дроссельных шайб. Этим обеспечивается требуемая скорость подъема платформы.

При опускании платформы без дополнительного груза, на входе в устройство создается повышенное давление, в то время как на выходе давление близко к атмосферному (в результате соединения со сливным бачком. На рисунке 3 сливной бачок не показан). Под воздействием повышенного давления рабочей среды на входе в корпус 1 дроссельные шайбы 2 перемещаются в сторону выхода 6, преодолевая сопротивление пружины 5, при этом величина перемещения пропорциональна избыточному давлению на входе. Так как в продольном направлении площадь дроссельных шайб переменного сечения, то суммарная площадь истечения рабочего тела уменьшается. Изменение площади сечения отверстий по длине корпуса выбирается таким образом, чтобы обеспечить постоянство скорости опускания платформы при различной нагрузке в пределах расчетной грузоподъемности.

### **Литература:**

1. Автомобили-самосвалы в сельском хозяйстве. Эксплуатация, обслуживание и ремонт самосвальных установок /А.С.Мелик-Саркисянц, В.М.Токаренко и др. - М.: Транспорт, 1986. - 102 с.
2. Проведение исследований и разработка мероприятий по снижению травматизма по техническим причинам при производстве зерна и кормов. Отчет ВНИИОТСХ. Руководитель работы Олянич Ю.Д. N ГР0182.303567, инв. N 02830018684 - Орел, 1992. - 75 с.

УДК 621.86/87 – 82

*Аспирант, Беззуб Ю.В.,  
Брянская ГСХА*

## ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТРЕХСЕКЦИОННОГО ТЕЛЕСКОПИЧЕСКОГО ГИДРОЦИЛИН- ДРА

**Аннотация.** Обоснована методика расчета основных параметров трехсекционного телескопического гидроцилиндра двустороннего действия для гидрофицированных строительных транспортных и грузоподъемных машин.

Основными исходными данными для проектирования гидроцилиндра являются:

- график суммарного момента (**M**) внешней нагрузки;
- время подъема и опускания грузовой стрелы ( $t_{\text{раб}}$ );
- допустимые значения угловых скоростей ( $\epsilon$ ) (перегрузок) и скорости ( $\omega_{\text{дон}}$ ).

Начальная длина гидроцилиндра в сложенном положении и рабочий ход зависят от конструктивной схемы машины и величины действующих внешних нагрузок и определяются обычно графоаналитическим методом (рисунок 1).

Нагрузка  $N$  на цилиндр определяется по формуле

$$F = \frac{M}{nh} \quad (1)$$

где  $M$  – момент действия груза, стрелы и ветровой нагрузки;

$n$  – число гидроцилиндров,  $n=1$  или  $2$ ;

$h$  – плечо гидроцилиндра относительно оси вращения грузовой стрелы

Из  $\Delta OAB$  имеем

$$h = \frac{\overline{OA} \times \overline{OB} \sin \beta}{\overline{AB}}, \quad (2)$$

где

$$\beta = \arccos \frac{\overline{OA}^2 + \overline{OB}^2 - \overline{AB}^2}{2 \times \overline{OA}^2 \times \overline{OB}^2}.$$

Для существующих конструкций телескопических гидроцилиндров средние значения начальной длины составляют  $l_{\text{раб}} = (1,6 \div 3,0)$  м.

Для выявления параметров, определяющих компоновку гидроцилиндра, рассмотрим схему подъема груза, показанную на рисунке 1.

Для удобства примем, что в исходном положении ось грузовой платформы совпадает с горизонтальной осью  $Ox$ .

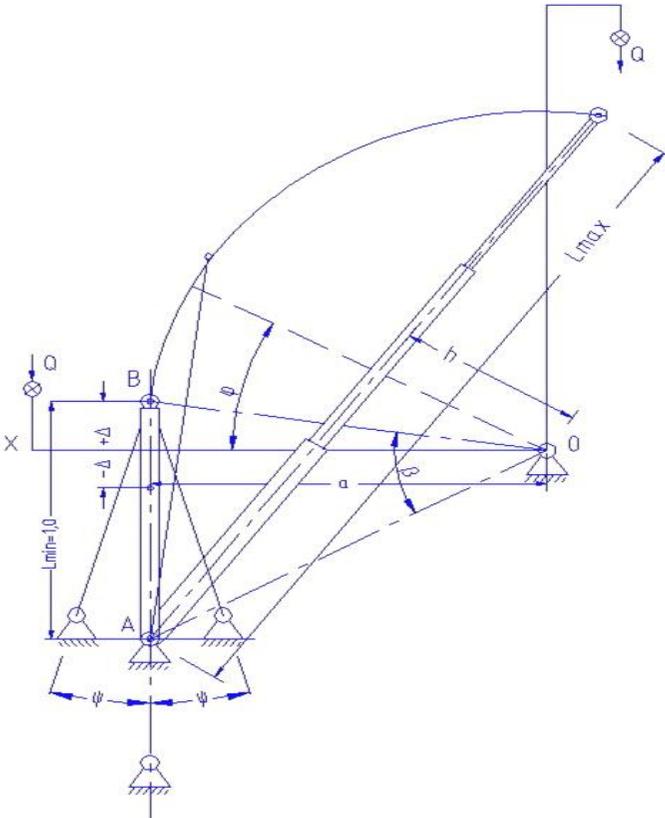


Рисунок 1 – Схема гидроцилиндра

В точке **B** гидроцилиндр закреплен на грузовой платформе, а точке **A** – на раме грузоподъемной машины. Из схемы видно, что при выборе компоновки гидроцилиндра можно варьировать такими параметрами, как  $a$ , характеризующим удаление гидроцилиндра от оси вращения стрелы;  $\Delta$ , определяющим размещение точки **B** относительно оси  $ox$ , и углом  $\psi$  наклона гидроцилиндра.

При выборе точек  $A$  и  $B$  крепления гидроцилиндра на грузовой платформе и раме машины исходят из следующих общих предпосылок.

Для того чтобы при заданной внешней нагрузке  $Q$  сжимающее усилие на гидроцилиндр в начале рабочего хода было наименьшим, в исходном положении гидроцилиндр должен устанавливаться перпендикулярно к линии  $OB$ , соединяющей ось вращения платформы с верхней точкой крепления гидроцилиндра.

Наименьшее растягивающее усилие в конце рабочего хода будет в том случае, если в исходном положении угол  $ABO$  тупой, а также при смещении точки  $B$  закрепления гидроцилиндра вниз по оси платформы

Некоторому уменьшению рабочего хода способствует установка гидроцилиндра в исходном положении под острым углом  $ABO$ , а также смещение точки  $B$  вверх от оси платформы.

Для количественной оценки влияния различных параметров на изменение габаритов гидроцилиндра поставленная задача решена в общем виде для относительно большого диапазона исходных параметров [82].

Для решения поставленных задач введем обозначения:

$l_{min}$  и  $l_{max}$  – минимальная и максимальная длины гидроцилиндров соответственно;

$a$  – расстояние от оси вращения платформы (точки  $O$ ) до перпендикуляра, опущенного из точки  $B$  на ось платформы;

$A$  – расстояние от верхней точки  $B$  крепления гидроцилиндра до оси платформы;

$\Psi$  – угол между осью гидроцилиндра и перпендикуляром к оси платформы;

$\varphi$  – угол наклона платформы к горизонтальной оси  $Ox$ ;

$M_{P_i}$  – грузовой момент при  $\varphi = 0^\circ$ ; для расчетов примем  $M_c = \text{const} = 1$  единице момента;

$M_c$  – грузовой момент при  $\varphi = 90^\circ$  в единицах момента;

$F_c$  – максимальное сжимающее усилие на гидроцилиндр при  $\varphi = 0^\circ$  от действия грузового момента  $M_c$ ;

$F_{P_1}, F_{P_2}, F_{P_3}, F_{P_4}, F_{P_5}, F_{P_6}$  – максимальное растягивающее усилие на гидроцилиндр при  $\varphi = 90^\circ$  от действия грузового момента [ $M_{P_i}$ ] равного 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0 и 1,2 (единиц момента) соответственно;

$h_1, h_2, h_3, h_4$  – расстояние от оси вращения стрелы до продольной оси гидроцилиндра (плечо действия нагрузок  $N_c$  и  $N_{P_i}$ ) при угле  $\varphi$  равном 0; 30; 60 и 90° соответственно. Очевидно, что

$$F_C = \frac{M_C}{h_1}; \quad F_{P_i} = \frac{M_{P_i}}{h_4} \quad (3)$$

Из этих формул следует, что при заданных внешних грузовых моментах максимальные сжимающие и растягивающие усилия на гидроцилиндр определяются величиной плеч  $h_b$  и  $h_4$  которые, в свою очередь, зависят от компоновки гидроцилиндра на машине, т. е. от выбора параметров  $a$ ,  $\Delta$ ,  $\Psi$ .

### Литература

1. Мелик – Гайказов, В.И, Подгорный Ю.П., Самусенко М.Ф., Фалаев П.П. Гидропривод тяжелых грузоподъемных машин и самоходных агрегатов. - М.: Машиностроение, 1968. - 262 с

2. Навроцкий, К.Л. Теория и проектирование гидро- и пневмоприводов, – М. Машиностроение, 1991. – 365 с.

3. Полосин, М. Д. Устройство и эксплуатация подъемно-транспортных и строительных машин : учеб. для нач. проф. образования /М. Д. Полосин. – 3-е изд., стер. – М.: Academia, 2008. – 420 с.

УДК 621.316.9

*к.т.н., доцент, Безик В.А.,  
д.т.н., профессор, Маркарянц Л.М.,  
инженер, Алексанян И.Э.  
Брянская ГСХА*

### ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ КОМБИНИРОВАННОГО УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ

Предлагаемое устройство защиты [1] позволяет сократить число защитных средств, что повышает надежность защиты и приводит к существенному экономическому эффекту.

Для технико-экономической оценки разрабатываемого устройства необходимо рассчитать надежность комбинированного устройства защиты, что определит экономическую эффективность применения его в народном хозяйстве. Для этого необходимо рассчитать показатели надёжности.

Для определения показателей надежности комбинированного устройства защиты, состоящего из нескольких элементов, составим структурную схему надежности (рис. 1).



Рисунок 1. Структурная схема надежности комбинированного устройства защиты

Наиболее просто вероятность безотказной работы сложного устройства определяется по экспоненциальному закону распределения наработки до отказа каждого элемента. Так, если наработка до отказа каждого элемента подчиняется экспоненциальному распределению с параметрами  $\lambda_i$  ( $i=1,2,3,\dots,n$ ), то вероятность безотказной работы устройства, состоящего из  $n$  таких элементов, соединённых последовательно, будет

$$P(t) = e^{-\sum_{i=1}^n \lambda_i k t}, \quad (1)$$

где  $k$  – коэффициент, учитывающий влияние окружающей среды;  $k=1$  – для нормальных условий работы.

Поскольку в устройстве нет резервированных элементов, то для него суммарная интенсивность отказов с учетом отдельных элементов, входящих в систему определится:

$$\Lambda = \sum_i^n \lambda_i \quad (2)$$

где  $n$  — общее число элементов, входящих в комбинированное устройство.

Значения рассчитанных показателей интенсивностей отказов отдельных элементов с учетом поправочных коэффициентов представлены в таблице 1.

Суммарная интенсивность отказов для устройства  $\Lambda = 14,532 \cdot 10^{-6} \text{ч}^{-1}$

Вероятность безотказной работы при последовательном соединении элементов в частном случае, когда интенсивность отказов можно считать постоянной (для экспоненциального закона наработки до отказа):

$$P(t) = e^{-\Lambda t}. \quad (3)$$

Наработка до отказа при экспоненциальном законе наработки до отказа:

$$T_1 = \frac{1}{\Lambda} \quad (4)$$

Таблица 1

**Результаты расчета суммарной интенсивности отказов проверки комбинированного устройства защиты**

Наименование разнотипных элементов	Число однотипных элементов	Интенсивность отказа элементов $i$ -го типа $\lambda_i$ , $10^{-6} \text{ч}^{-1}$	Результирующая интенсивность, $10^{-6} \text{ч}^{-1}$
Конденсаторы	3	0,035	0,105
Дифференциальный трансформатор	1	0,045	0,045
стабилитроны	2	0,2	0,4
резисторы	2	0,071	0,142
микросхема	1	0,13	0,13
Контакты	8	0,25	2
Электромеханическое реле	1	0,5	0,5
Исполнительный механизм	1	11,0	11,0
Провода соединительные	14	0,015	0,21

Учитывая, что в одном году 8760 часов, то вероятность безотказной работы составляет  $P(t) = 0,88$ .

Наработка до отказа, при соблюдении условий эксплуатации, составляет  $T_1 = 68813,6$  часов, т.е. 7,8 лет.

Определим надежность системы электрификации при внедрении комбинированного устройства защиты (КУЗО) в Рославльском РЭС, обладающей эксплуатационной надежностью  $P_{\text{доп.}} = 0,993$ .

Вероятность отказа определяется выражением

$$q_i = \frac{\sum_{i=1}^n n_i t_{ai}}{T}, \quad (5)$$

где  $T=8760$  ч – длительность календарного года,

$t_{ai}$  – среднее время аварии,

$n_i$  – число аварий « $i^{\text{го}}$ » элемента.

$$q_{a\Sigma} = \frac{2(0,016 \cdot 50) + 2(0,02 \cdot 26) + 0,3 \cdot 5 + 2(1,1 \cdot 6) + 7,6 \cdot 5}{8760} = 0,0063$$

$$q_{nl} = \frac{0,25 \cdot 6 + 0,14 \cdot 12 + 0,16 \cdot 5 + 0,17 \cdot 6 + 1,0 \cdot 13}{8760} = 0,002$$

Для параллельного соединения двух одинаковых систем вероятность отказа равна:

$$Q = q_{a\Sigma}^2 + 2q_{a\Sigma}q_{nl} = (0,0063)^2 + 2 \cdot 0,0063 \cdot 0,002 = 0,004$$

Надежность разрабатываемой системы электрификации при введении комбинированного устройства защиты:

$$P = 1 - Q = 1 - 0,004 = 0,996 > P_{\text{доп.}} = 0,993$$

Для оценки экономической эффективности от внедрения комбинированного устройства необходимо знать величину ущерба от перерыва, причинённого аварией электродвигателя. При определении ущерба от отказов учитывается как ущерб, обусловленный простоем или невыполнением задачи, так и затраты на замену или ремонт отказавшего устройства.

На основании статических данных о потерях продукции, исследований в области физиологии животных и усреднённых затрат на единицу продукции, ВИЭСХ разработаны методические рекомендации по определению ущерба сельскохозяйственному производству от перерывов в подаче электроэнергии [2].

Для расчёта экономической эффективности внедрения комбинированного устройства защиты за исходные данные принимаем следующие:

- аварийность электродвигателей в сельскохозяйственном производстве без применения специальных устройств защиты составляет 25% [2];
- аварийность электродвигателей, защищенных, например, комбинированными устройствами защиты составляет 0,1%;
- ущерб, причинённый авариями электродвигателей, состоит из прямых потерь, определяемых стоимостью электродвигателя и расходами на его замену, и технологических, которые возникают из-за нарушения технологического процесса.

Общий ущерб от аварии электродвигателя

$$Y = Y_1 + Y_2 + Y_3, \quad (6)$$

где  $Y_1$  – расходы на замену электродвигателя (стоимость капитального ремонта или стоимость нового электродвигателя, транспортные и монтажные издержки), руб;  $Y_2$  – потери, связанные с недоочаей продукции, уменьшением продуктивности животных и т.д., руб.;  $Y_3$  – дополнительные потери, связанные с порчей продукции, руб.

Потери  $Y_2$  можно определить по формуле

$$Y_2 = \frac{ZP_1}{TP} \quad (7)$$

где  $Z$  – производственные затраты при нормальном режиме работы;  $P_1$  – количество продукции, не выпущенной из-за аварии электродвигателя;  $T$  – продолжительность технологического процесса в сутки;  $P$  – среднее количество продукции, выпускаемое при непрерывающемся технологическом процессе за сутки.

Потери  $Y_3$  вычисляют по формуле

$$Y_3 = Y_3' + Y_3'' + Y_3''' \quad (8)$$

где  $Y_3^I$  - потери, которые возникают в результате простоя рабочей силы, руб;  $Y_3^{II}$  - потери из-за выпуска брака или временного прекращения выпуска продукции вследствие аварии, руб;  $Y_3^{III}$  - потери, возникающие в связи с оплатой ручного труда при аварии электродвигателя, руб.

Установлено, что в колхозе «Перенка» Рославльского района Смоленской области, в среднем авария продолжается 1,5 ч., т.к. в хозяйстве имеется обменный фонд электродвигателей. Общее количество двигателей – 59 шт., наработка составляет 48 тыс. час/год. Защита электродвигателей, около 80%, выполнена тепловыми реле, остальные 20% защиту не имеют.

Данные по аварийности:

- электродвигатель (ЭД) наклонного транспортёра – 2...3 раза/год;
- ЭД мешалки в молокоохладителях – 2 раза/год;
- ЭД КЗС – 2...3 шт./сезон;
- ЭД доильных установок – 1шт./год.

На молочной ферме колхоза «Перенка» содержат 645 коров, следовательно, технологический ущерб при продолжительности аварии 1,5 ч составит 240 руб., а общий ущерб

$$Y=5500+2000+240=7740 \text{ руб.}$$

Аналогично определяют ущерб от аварий электродвигателей, установленных на других механизмах. Средний ущерб от аварии любого электродвигателя в сельскохозяйственном производстве равен 7519руб.

Средний экономический эффект, получаемый от внедрения нового устройства защиты электродвигателей можно определить по «Методике определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений».

Согласно этой методике, средний экономический эффект

$$\bar{E} = (C_6 + E_в K_6) - (C_n + E_n K_n), \quad (9)$$

где  $C_6$  и  $C_n$  — удельная себестоимость продукции при функционировании базового и нового устройства защиты, руб/год. устр.;  $K_6$  и  $K_n$  — удельные капитальные вложения до и после внедрения нового устройства защиты, руб/устр.;  $E_n$  — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, равный 0,15.

Удельную себестоимость продукции при функционировании соответственно базового и нового устройств защиты электродвигателей:

$$\begin{aligned} C_6 &= Z_6 + Z_{6б} = \gamma_6 \varepsilon + Z_{6б}, \\ C_n &= Z_n + Z_{нн} = \gamma_n \varepsilon + Z_{нн}, \end{aligned}$$

где  $Z_6$  и  $Z_n$  — ожидаемые удельные затраты от аварии электродвигателей до и после внедрения нового устройства защиты, руб/год;  $Z_{6б}$  и  $Z_{нн}$  — эксплуатационные затраты на базовое и новое устройства защиты, руб/год;  $\varepsilon$  — средний ущерб от аварии одного двигателя, руб/эл. дв.;  $\gamma_6$  и  $\gamma_n$  — аварийность электродвигателей, защищенных базовым и новым устройствами защиты, год<sup>-1</sup>.

Удельные капитальные вложения в базовое и новое устройства защиты:

$$K_6 = O_6 + Z_{мб} + K_{дб}, \quad (10)$$

$$K_n = O_n + Z_{мн} + K_{дн}, \quad (11)$$

где  $O_6$  и  $O_n$  — оптовая цена базового и нового устройств, руб.;  $Z_{мб}$  и  $Z_{мн}$  — затраты на монтаж базового и нового устройств защиты, руб.;  $K_{дб}$  и  $K_{дн}$  — дополнительные капитальные вложения на базовое и новое устройства защиты, руб.

После подстановки данных выражении в основную формулу и проведения соответствующих преобразований находим:

$$\Delta = \varepsilon (\gamma_6 - \gamma_n) + (Z_{6б} - Z_{нн}) + E_n [(O_6 + Z_{мб} + K_{дб}) - (O_n + Z_{мн} + K_{дн})], \quad (12)$$

где  $O_6$  — средняя стоимость теплового реле типа ТРН, руб.;  $O_n$  — стоимость комбинированного устройства, руб.

Так как базовое устройство (тепловое реле) и новое устройство одинаково включаются в разрыв силовой цепи и контролируют токи нагрузки электродвигателя, то с небольшим приближением можно считать, что дополнительные капитальные вложения для базового и нового устройств приблизительно равны ( $K_{дб} \approx K_{дн}$ )

Монтажные и эксплуатационные затраты на эти устройства также практически одинаковы ( $Z_{мб} = Z_{мн}$  и  $Z_{6б} = Z_{нн}$ ). Учитывая изложенное, расчетную формулу экономической эффективности можно несколько упростить:

$$\Delta = \varepsilon (\gamma_6 - \gamma_n) + E_n (O_6 - O_n) \quad (13)$$

Подставляя численные значения  $\varepsilon = 7519$  руб.;  $\gamma_6 = 0,25$  год<sup>-1</sup>;  $\gamma_n = 0,001$  год<sup>-1</sup>;  $E_n = 0,15$ ;  $O_6 \approx 65$  руб. и  $O_n = 400$  руб., получим:

$$З = 7519(0,25 - 0,001) + 0,15(65 - 400) = 1821,75 \text{ руб/год.}$$

Если в хозяйстве установлено 60 комбинированных устройств защиты, то годовой экономический эффект

$$З = 60 \cdot 1821,75 = 109305 \text{ руб.}$$

Таким образом, мероприятия по защите электродвигателей в сельском хозяйстве являются экономически оправданными и необходимыми.

### **Литература**

1. Патент №95433 U1 Российская Федерация МПК H02N 9/00 (2006.01) H02N 5/04 Комбинированное устройство защиты электроустановок/ Безик В.А., Маркарянц Л.М., Александян И.Э. Заявка: №2010105297/22 15.02.2010; Оpubл.27.06.2010 Бюл. №18; Приоритет полезной модели 15.02.2010

2. Грундулис А.О. Защита электродвигателей в сельском хозяйстве. [Текст]. – М.: Колос, 1982, - 104 с., ил.

УДК 621.311

*к.т.н., Безик Д.А., Брянская ГСХА*

## **РАСЧЁТ ТОКОГРАНИЧИВАЮЩИХ РЕАКТОРОВ В УСТАНОВКАХ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ**

ВПО ФГБОУ Брянская государственная сельскохозяйственная академия

Ключевые слова: конденсатор, компенсация реактивной мощности, реактор, пусковой ток.

Keywords: capacitor, compensation of the reactive power, reactor, inrush current.

Для компенсации реактивной мощности в электрических сетях используются конденсаторные батареи. При их коммутации возникают большие токи, что приводит к возникновению помех и может привести к поломкам. При проектировании важно уметь правильно рассчитать параметры токоограничивающих реакторов.

For compensation of reactive power in electric networks used capacitor bank. When switching arise large currents, causing noise and can cause crashes. At designing it is important to know how to calculate the parameters of current limiting reactors..

Для компенсации реактивной мощности часто используют конденсаторные батареи. Они имеют очевидные достоинства – отсутствие движущихся частей, высокую надёжность и КПД и др. Обычно конденсаторная батарея включена в сеть постоянно. Но в случае непостоянной нагрузки с изменяющейся реактивной мощностью требуется изменять и емкость компенсационной батареи конденсаторов. Это достигается коммутацией отдельных ступеней с конденсаторами. Коммутация производится с помощью автоматической системы, обычно на основе микропроцессоров.

Пример схемы силовой части одной ступени установки компенсации реактивной мощности показан на рисунке 1,а.

При коммутации конденсаторов могут возникать большие токи, которые могут привести к поломке установки и создают помехи в сети. Для предотвращения этого последовательно с конденсаторами устанавливаются реакторы (рисунок 1,б). Расчёту параметров этих реакторов и посвящена настоящая статья.

Для расчёта необходимых параметров реактора перейдём от принципиальной к эквивалентной схеме (рисунок 2).

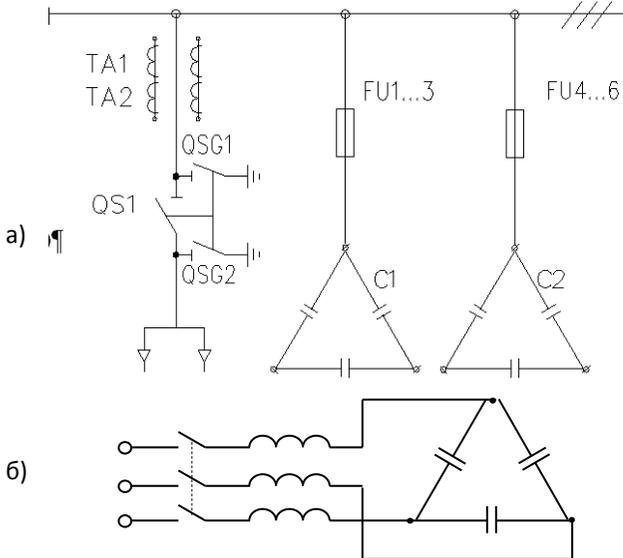


Рисунок 1 – а) Принципиальная электрическая схема силовой части одной ступени компенсации реактивной мощности; б) Включение токоограничивающих реакторов

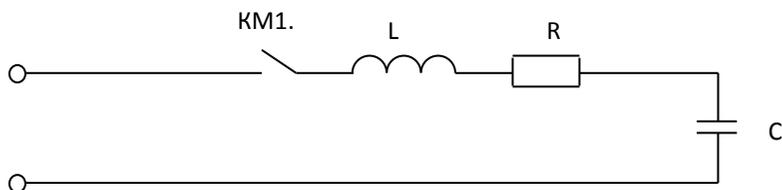


Рисунок 2 – Эквивалентная схема

При коммутации протекают импульсные токи зарядки конденсатора. Они определяются ёмкостью конденсатора, сопротивлением и индуктивностью цепи. Экстратоки могут достигать больших значений. Они не должны превышать некоторый заданный порог, определяемый в соответствии с характеристиками коммутационного аппарата, конденсатора, шин и кабелей.

При использовании выключателей необходимо ограничить ток коммутации конденсаторов не выше номинального тока отключения и тока термической стойкости. Наибольший ток при коммутации конденсаторов будет в момент включения. Для выключателей этот ток регламентирован техническими характеристиками. Так для выключателей ВВ/TEL с номинальным током 1000А ток при включении конденсаторов не должен превышать 4,5 кА.

Для конденсаторов также регламентируется максимальный ток. Так пусковой ток для конденсаторов СРЕФС 23-10.5/4СРЕФС 23-10.5/450 WF (450 кВАр,  $3 \times 13$  мкФ,  $3 \times 24.7$  А) ток не должен превышать  $200 \times I_{ном}$ .

Пусковой ток не должен превышать ток термической и электродинамической стойкости шин и кабелей, но они, как правило, имеют большее значение, чем у коммутационных аппаратов и конденсаторов.

Для устройств компенсации реактивной мощности стандартом МЭК 60871-2 предусматривается ограничение пускового тока на уровне  $100 \cdot I_{ном}$ . В большинстве случаев эта величина и является определяющей.

Пусковой ток ограничивается величиной сопротивления цепи, индуктивностями монтажа и реактора и зависит от ёмкости конденсатора.

Активное сопротивление цепи определяется многими элементами – шины и кабели, соединения, сопротивление реактора и конденсатора, сопротивление сети. Сопротивление сети (активное и реактивное) сопоставимо с сопротивлениями конденсаторной установки и пренебрегать ими нельзя.

Пусть дана RLC-цепь, моделирующая сеть и конденсатор, компенсирующий реактивную мощность (см. рисунок 2). Требуется определить параметры R и L, обеспечивающие безопасные токи при включении.

Предполагается, что включение происходит в самый неблагоприятный момент, т. е. при максимуме входного напряжения (рисунок 3).

Уравнение, описывающие работу цепи:

$$U_{\dot{a}\ddot{a}} = L \frac{di}{dt} + iR + \frac{1}{C} \int_0^t i dt .$$

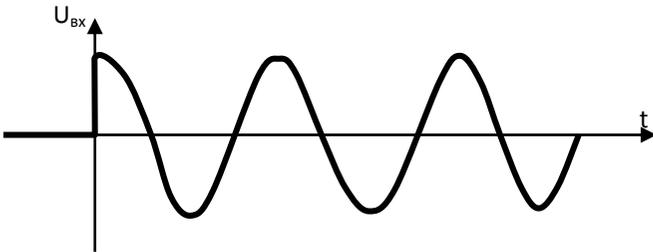


Рисунок 3 – Входное напряжение (неблагоприятный момент).

Отсюда передаточная функция:

$$W(s) = \frac{i(s)}{U_{\dot{a}\ddot{a}}(s)} = \frac{1}{Ls + R + \frac{1}{Cs}} = \frac{Cs}{LCs^2 + RCs + 1} . \quad (1)$$

Изображение Лапласа входного напряжения:

$$U_{\dot{a}\ddot{a}} = U_{\dot{a}\ddot{a}.max} \frac{s}{s^2 + \omega^2} , \quad (2)$$

где  $\omega$  – циклическая частота ( $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$ ).

Тогда изображение протекающего в цепи тока при её включении:

$$i(s) = U_{\dot{a}\ddot{a}.max} \frac{s}{s^2 + \omega^2} \cdot \frac{Cs}{LCs^2 + RCs + 1}$$

$$i(s) = U_{\dot{a}\dot{\omega}, \max} \frac{C}{\omega^4 L^2 C^2 + \omega^2 R^2 C^2 - 2\omega^2 LC + 1} \cdot \left( \frac{\omega^2 RCs + \omega^4 LC - \omega^2}{s^2 + \omega^2} - \frac{\omega^2 RLC^2 s + \omega^2 LC - 1}{LCs^2 + RCs + 1} \right)$$

Дальнейшее разложение зависит от величины активного сопротивления. Разложив на элементарные дроби и используя таблицы преобразований Лапласа, находим оригинал  $i(t)$ :

При  $R < 2\sqrt{\frac{L}{C}}$ :

$$i(t) = U_{\dot{a}\dot{\omega}, \max} \frac{C}{\omega^4 L^2 C^2 + \omega^2 R^2 C^2 - 2\omega^2 LC + 1} (\omega^2 RC \cos(\omega t) + (\omega^3 LC - \omega) \sin(\omega t) - \omega^3 RC e^{-\frac{R}{2L}t} \cos\left(\sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}}t\right) + \frac{1}{2} \frac{\omega^2 R^2 C^2 - \omega^2 LC + 1}{\sqrt{LC - \frac{R^2 C^2}{4}}} e^{-\frac{R}{2L}t} \sin\left(\sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}}t\right)) \quad (3)$$

При  $R \geq 2\sqrt{\frac{L}{C}}$ :

$$i(t) = U_{\dot{a}\dot{\omega}, \max} \frac{C}{\omega^4 L^2 C^2 + \omega^2 R^2 C^2 - 2\omega^2 LC + 1} (\omega^2 RC \cos(\omega t) + (\omega^3 LC - \omega) \sin(\omega t) + \left( \frac{\omega^2 + \frac{\omega^2 R^2 C}{2L} - \frac{1}{LC} - \frac{\omega^3 R}{\sqrt{R^2 C^2 - 4LC}}}{2L} \right) e^{-\left(\frac{R}{2L} \sqrt{\frac{R^2 - 4}{4L^2 LC}}\right)t} + \left( \frac{\frac{1}{LC} - \omega^2 + \frac{\omega^2 R^2 C}{2L} - \frac{\omega^3 R}{\sqrt{R^2 C^2 - 4LC}}}{2L} \right) e^{-\left(\frac{R}{2L} \sqrt{\frac{R^2 - 4}{4L^2 LC}}\right)t}) \quad (4)$$

Выражения (3) и (4) позволяют рассчитать пусковой ток конденсаторной батареи.

### Пример расчёта.

Рассмотрим ячейку компенсации реактивной мощности на 75 кВАр с применёнными конденсаторами 3×КЭП1-6,3-25 2УХЛ1.

Для неё ёмкость одного конденсатора  $C=0,72$  мкФ. Номинальный ток в линии с указанным конденсатором  $I=2,5$  А.

Сопротивление включает в себя сопротивление сети, шин и кабелей, сопротивление соединений, конденсатора и реактора. Для линии с трансформатором ТМН-2500/110 оценим величину сопротивления так -  $R_{\Sigma}=0,45$  Ом;  $X_{\Sigma}=0,28$  Ом.

Индуктивность, соответствующая индуктивному сопротивлению  $L=0,00088$  Гн. Она сопоставима с индуктивностями применяемых реакторов и пренебрегать ею нельзя.

По формулам (3) и (4) рассчитаем ток при замыкании контактора. При указанных параметрах сети максимальный ток достигает 400 А, что недопустимо. Оно должно не более  $100 \cdot I_{ном} = 250$  А. Если же применяется реактор индуктивностью 1400 мкГн, то ток уменьшается до допустимых 250 А (рисунок 5).

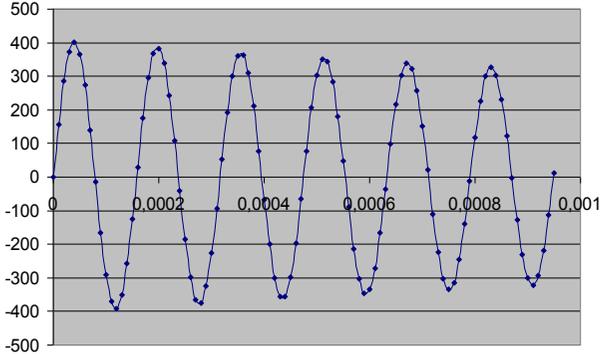


Рисунок 4 – Ток заряда конденсатора (без реактора)

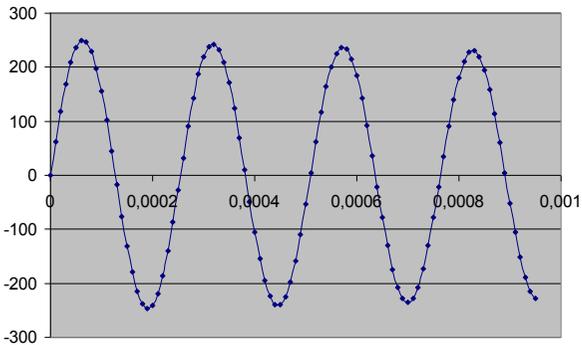


Рисунок 5 – Ток заряда конденсатора (с реактором)

Вывод: при подключении к сети конденсатора возникают большие пусковые токи. Они зависят от многих факторов, в первую очередь от сопротивления первичной сети. При малом сопротивлении сети надо устанавливать дополнительные реакторы. Расчёт индуктивности реактора следует вести с учётом сопротивления питающей сети.

УДК 504.06;556.114.679

*д.т.н., профессор, Василенков В.Ф.,  
к.т.н., доцент, Василенков С.В.,  
Брянской ГСХА*

## **УДАЛЕНИЕ РАДИАЦИИ В ЗАГРЯЗНЕННЫХ ЦЕЗИЕМ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ**

### **Аннотация**

В статье изложены вопросы создания оросительных систем и организации выщелачивания цезия-137 из почвы на приусадебных участках населенных пунктов. Рекомендуемые мероприятия предназначены для снижения дозы внешнего и внутреннего облучения людей до допустимых норм.

Ключевые слова: промывные поливы, цезий-137, снижение дозы внешнего и внутреннего облучения.

Vasilenkov S. V.

Liquidation of negative impact of radiation on individual in the settlement, polluted by cesium

### **Annotation**

Here is given the questions of irrigative system creation, of cesium - 137 leaching organization on the household plots of settlement. Recommended arrangements are intended for people external and internal radiation dose reduction until permissible levels.

Key words: washing, cesium -137, external and internal radiation dose reduction.

Радиоактивное загрязнение после аварии на Чернобыльской атомной электростанции в 1986г распространилось на 14 регионов Российской Федерации. После аварии прошло 28 лет, т.е. почти один период полураспада Cs-137, содержание его в почве уменьшилось наполовину, но по подсчетам ученых, радиоактивное загрязнение придет в норму только через 300 лет после аварии.

По состоянию на 01.01.2012г, как показывает радиологический мониторинг в Брянской области, в зонах радиоактивного загрязнения находятся 706 населенных пунктов, в том числе : в зоне отчуждения (свыше 1480 кБк/м<sup>2</sup>) – 4, в зоне отселения (свыше 555 кБк/м<sup>2</sup>)-124, в зоне проживания с правом отселения (185-555 кБк/м<sup>2</sup>) -183, в зоне

проживания с льготным социально-экономическим статусом (37-185 кБк/м<sup>2</sup>) -395 населенных пунктов. Численность населения в зонах радиоактивного загрязнения составляет 310,3 тыс. человек.

Работы в области реабилитации радиоактивнозагрязненных земель преследовали цель снижения перехода радионуклидов из почвы в сельскохозяйственные растения, получение экологически безопасной животноводческой продукции.

Мероприятия, применяемые в настоящее время для снижения поступления радионуклидов в сельскохозяйственные продукты, - это в основном, организационные, агрохимические и агротехнические. Однако, как показал мониторинг за 20-летний период после аварии, процессы освобождения и очищения почв от радиоактивных веществ идут крайне медленно [1]. Мероприятия, приводящие к повышению продуктивности экосистем, не изменяют практически интегральный вынос радионуклидов, т.к. хотя и снижается коэффициент перехода цезия из почвы в растение, но увеличивается урожайность сельскохозяйственных культур.

Целью наших исследований являлись вопросы снижения дозы внешнего и внутреннего облучения людей на радиоактивно загрязненных территориях до предусмотренной законом «О радиационной безопасности населения» (1996) величины 1мЗв в год за счет выщелачивания цезия из почвы промывными поливами. Исследования показали высокую экологическую и экономическую эффективность применения водохозяйственных реабилитационных мероприятий.

Лучший способ вымыва цезия на приусадебных участках – дождевание. При наличии замкнутых понижений можно поливать затоплением, регулируя весенний внутриснежный сток. Если профили склонов имеют выпукло-вогнутую форму, можно на вогнутых участках создавать внутриснежные лиманы [2, 3].

При проектировании промывки приусадебных участков следует использовать типовые схемы орошения. Размеры поливных делянок принимаются в зависимости от площади поливаемой дождевальным устройством с одной позиции. Подача воды предусматривается от гидрантов, установленных на закрытой сети трубопроводов – стационарной или передвижной. Разбивка сети в плане увязывается с расположением поливных делянок.

Рассмотрим для примера вопросы организации орошения приусадебных участков среднего по численности жителей населенного пункта. В Брянской области на загрязненной территории находится 706 н.п. со средней численностью населения около 500 человек в каждом.

В районе жителей н.п. 70% продовольствия получено на приусадебных и дачных участках. В радиационной зоне это означает, что 70% продукции, как минимум, загрязнено радионуклидами. Если дополнительно покупают продовольствие, полученное в этой же зоне в коллективных хозяйствах – фермах (молоко, мясо), на сельхозполях (зерновые и крупяные культуры), то процент загрязненной продукции будет более 70%.

Земельная площадь, которая может обеспечить 1 человека животноводческой и растениеводческой продукцией составляет 6,5 соток неорошаемых земель в нашей зоне и 5 соток при орошении.

Если исходить из средней численности жителей населенного пункта 500 человек, то необходимо создавать при каждом населенном пункте оросительную систему площадью  $0,05 \times 500 = 25$  га, а общая орошаемая площадь в Брянской области составит  $25 \times 706 = 17650$  га.

В 70-80е годы на территории, которая после аварии подвергалась загрязнению, было создано вблизи населенных пунктов 7079 га орошаемых земель.

Сейчас оросительные системы нуждаются в реконструкции.

Орошение площади 17650 га вполне реально создать в современных экономических условиях. Жители населенных пунктов обычно заинтересованы в создании водоемов, прудов, буровых скважин, колодцев и часто делают это за свой счет. Овощные культуры всегда поливаются, иногда даже с использованием привозной воды.

На агроландшафтах рекомендуется проводить регулирование внутриснежного стока с целью промывки прежде всего цезиевых пятен, образовавшихся при неравномерном выпадении радионуклидов из атмосферы после аварии и при последующем перераспределении их по территории, в частности, накоплении в замкнутых понижениях.

Принимаем для полива дождевальная агрегат ДДН-100 с расходом 115 л/с.

С одной позиции ДДН-100 поливает 1,44 га при расположении гидрантов по квадрату. Работая на одной позиции 12 часов, агрегат полет за сутки две позиции 2,88 га объемом воды

$$m_{\text{пол}} = \frac{115 \cdot 86400}{1000} = 9936 \text{ м}^3$$

за промывной сезон 117 суток будет выдано  $9936 \times 117 = 1162512 \text{ м}^3$ . За 9 суток будет полито 18 позиций или 25 га. За промывной сезон 117 суток будет проведено 13 разовых поливов по  $1162512 : 13 = 89424 \text{ м}^3$  или из расчета на 1 га:

$$\frac{89424}{25} = 3577 \text{ м}^3 / \text{га}$$

Таким образом сезонная промывная норма, выдаваемая ДДН-100 равна

$$\frac{1162512}{25} = 46500 \text{ м}^3 / \text{га}$$

Если сложно проводить такой режим промывки в организационном отношении или из-за недостатка водных ресурсов, можно уменьшать промывные нормы в 2 раза и это обеспечит выщелачивание цезия за сезон с эффективностью 15%.

Строим совмещенный график поливов и рыхления участка орошения приусадебных земель населенного пункта дождевальным аппаратом ДДН-100 (рисунок 1).

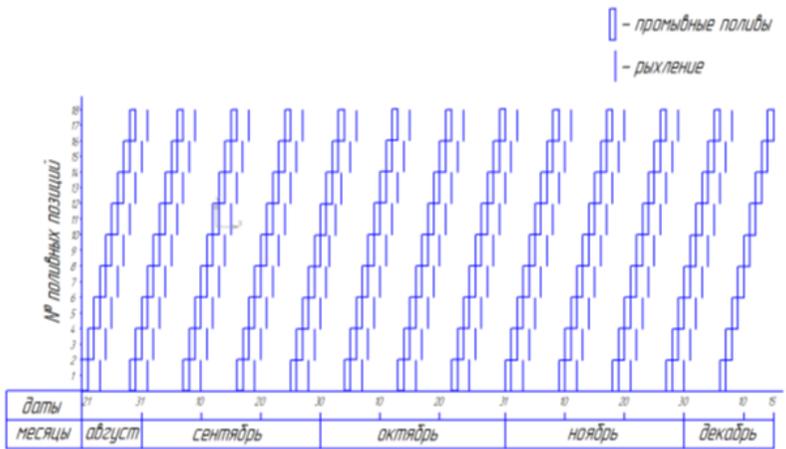


Рисунок 1 – Технология выщелачивания цезия из почвы на землях личных подсобных хозяйств общей площадью 25 га одним дождевальным агрегатом ДДН-100.

Участок разбит на 18 делянок площадью 1,44га каждая. При составлении графика учитывали, что промывной сезон начинается 20 августа после уборки урожая и заканчивается 15 декабря. Продолжительность одного цикла промывки составляет 9 суток, за одни сутки промывки почва двух делянок с двух позиций стоянки

агрегата ДДН-100. За весь промывной сезон, равный 117 суткам, каждая делянка поливается 13 раз. После очередного полива делянки, спустя 2 суток, проводится ее рыхление. В зависимости от климатических условий конкретного промывного сезона в график поливов вносятся коррективы.

В случае неблагоприятных рельефных условий и сложного планового расположения приусадебных участков для поливов следует применять дождевальные агрегаты, имеющие меньшую интенсивность дождя и площади полива с одной позиции.

Рассмотрим применение дождевального аппарата ДД-30.

Дождевальный аппарат ДД-30 имеет следующие паспортные данные:

расход 15-30 л/с, напор 50-60м; радиус полива 50-60м (57м), интенсивность дождя 0,11-0,12 мм/мин; площадь полива 11310 м<sup>2</sup>.

Если расположить гидранты по квадрату со стороной 85 м, то площадь делянки, поливаемой с одной позиции, будет равна 0,72 га. Два аппарата будут поливать 1,44 га (две делянки) расходом 60 л/с, значит за сутки польют 2,88 га объемом воды 5184 м<sup>3</sup>. Разовая промывная норма 1-й делянки составит 1800 м<sup>3</sup>/га.

При промывке подсобных участков на площади 25 га, нужно установить 36 гидрантов. Одновременно будут работать 2 аппарата ДД-30, а за сутки поливать 4 позиции.

За промывной сезон 117 суток 2 аппарата ДД-30 выдадут 606528 м<sup>3</sup> на 25га., а при 36 позициях одна позиция получит 606528/36=16848 м<sup>3</sup> или сезонную промывную норму 16848/0,72=23400 м<sup>3</sup>/га, а разовая промывная норма равна 23400/13=1800 м<sup>3</sup>/га = 180мм.

Совмещенный график поливов и рыхления представлен на рисунке 2.

Поливной участок состоит из 36 делянок, площадью 0,72га каждая. Одновременно работают два дождевальных аппарата ДД-30 на двух делянках. Полив делянки продолжается 12 часов и таким образом, за одни сутки поливается 4 делянки с 4-х позиций общей площадью 2,88 га. За промывной сезон делянки поливается 13 раз. После каждого полива через 2-е суток проводится рыхление.

Для прогнозирования и управления процессом выщелачивания радионуклидов из почвы рекомендуется пользоваться уравнением [2]:

$$\frac{dc}{dt} = \frac{\mu_1 H_B}{C_\infty} (C_\infty - C) \cdot C, \quad (1)$$

где  $H_B$  – наивысшая концентрация радионуклидов в начальный период после радиоактивных выпадений;

$C$  – концентрация удаленных из почвы радионуклидов на момент времени «t»;

$C_\infty$  - предельная величина снятой потоком воды концентрации, которая может быть достигнута при  $t \rightarrow \infty$ .

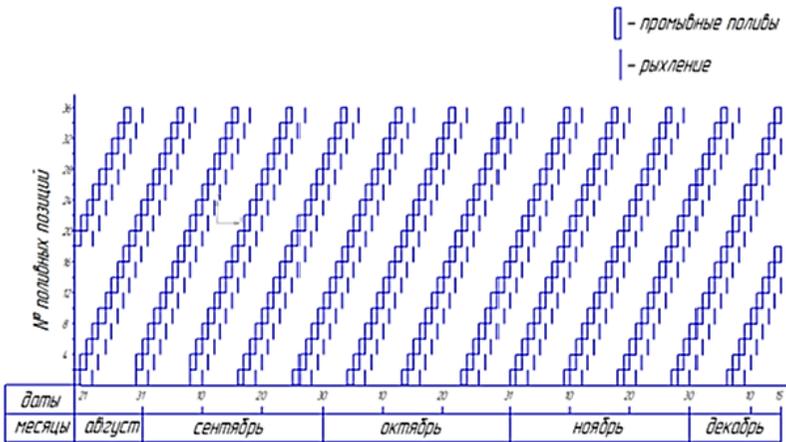


Рисунок 2 – Технология выщелачивания цезия из почвы на землях личных подсобных хозяйства общей площадью 25 га двумя дождевальными аппаратами ДД-30.

После интегрирования уравнения (1), получим:

$$C = \frac{C_\infty}{1 + \frac{C_\infty - C_0}{C_0} e^{-\mu_1 H_B t}}, \quad (2)$$

где  $C_0$  – начальная величина снятой концентрации на момент времени  $t=0$ .

Для нахождения параметров  $C_0$ ,  $C_\infty$ ,  $\mu_1 H_B$  необходимо экспериментальные значения радиации через одинаковые промежутки времени для временной кривой нанесены на график с ординатой

$$\psi = \frac{C_{t+\Delta t} - C_t}{C_{t+\Delta t}} \text{ и абсциссой } C_t.$$

Для нахождения  $C_0$ , а значит и положения оси отсчета 0-0 нужно задаться сначала каким-то минимальным значением  $C_0$ , а затем, постепенно увеличивая его, методом последовательных приближений добиться на графике совершенной линейной зависимости  $\Psi$  от  $C_t$ .

После преобразования кривой снижения радиации в прямую линию, продолжают эту линию до пересечения с осью абсцисс и осью ординат. На оси абсцисс получится отрезок, численно равный  $C_\infty$ , а на оси ординат  $\psi_M = 1 - e^{-\mu_1 H_B \Delta t}$ , откуда, зная временной интервал  $\Delta t$  находим

$$\mu_1 H_B = \frac{-\ln(1 - \psi_M)}{\Delta t}$$

Для примера расчетов используем опытные данные по промывке почв, отобранных в зоне отселения Новозыбковского района с начальной удельной концентрацией цезия-137 в почве перед промывным сезоном равным 4159 Бк/кг. Измеряя радиацию после первых 5-и односуточных циклов, получили следующее значение  $t_H = 0 \rightarrow Z_H = 4159$ ,  $t=1 \text{ сут} \rightarrow Z_1 = 4063$ ,  $t=2 \rightarrow Z_2 = 4026$ ,  $t=3 \rightarrow Z_3 = 3944$ ,  $t=4 \rightarrow Z_4 = 3900$ ,  $t=5 \rightarrow Z_5 = 3891$  Бк/кг.

По этим данным построена временная кривая снижения концентрации (рисунок 3) на графике указаны значения снятой концентрации через промежутки времени  $t=1,25$  суток: 109, 189, 239, 268 Бк/кг.

После последовательных приближений, необходимо что при  $C_0 = 300$  Бк/кг график преобразуется в прямую линию, отсекающую на оси ординат отрезок  $\psi_H = 0,51$ , а на оси абсцисс  $C_\infty = 600$  Бк/кг. Находим параметр

$$\mu_1 H_B = \frac{-\ln(1 - 0,51)}{1,25} = 0,57 \frac{1}{\text{сут}}$$

Расчеты по уравнению (2) дают следующие результаты:

t=1 сутки; C=383 Бк/кг; t=2 сутки; C=454 Бк/кг; t=3 сутки;  
C=508 Бк/кг; t=4 сутки C=544 Бк/кг;

t=5 сутки; C=567 Бк/кг

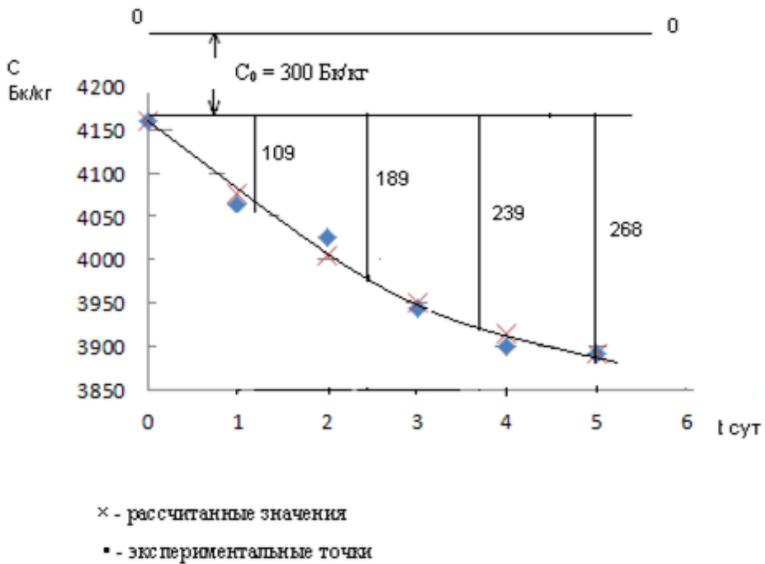


Рисунок 3- Зависимость снижения радиоактивности почвы от продолжительности выщелачивания

Строим график зависимости  $\Psi$  от  $C_t$  (рисунок 4).

Таким образом, после 5 разовых промывок из почвы удалено  $567-300=267$  Бк/кг, т.е. эффективность вымыва равна

$$\varnothing = \frac{Z_H - Z_5}{Z_H} \cdot 100 = \frac{4159 - 3891}{4159} \cdot 100 = \frac{268}{4159} \cdot 100 = 6.4\%$$

Если поставить цель добиться очищения почв от радиоактивности за 10 промывных сезонов, то достигнутая эффективность вымыва за 5 промывных циклов 6,4% не достаточна. Но продолжать промывку с полученными параметрами  $\mu_1 H_B = 0,57 \frac{1}{сут}$  и  $C_\infty = 600$

Бк/кг не эффективно. К пятому циклу вымыв достиг 268 Бк/кг и процесс начал замедляться. Чтобы снова интенсифицировать вымыв необходимо внести удобрения – аммиачную селитру или хлористый калий и продолжить поливы. Можно подождать наступления заморозков. Вымыв цезия из замерзшей почвы усиливается и соответствует по величине вымыву с внесением удобрений.

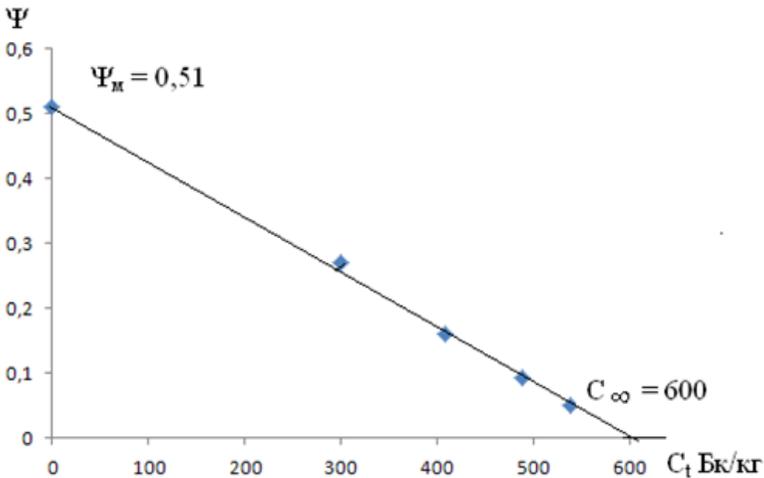


Рисунок 4- Определение параметров процесса снижения концентрации цезия при промывках:  $\mu_1 H_B = 0,57$  1/сут;  $C_0 = 300$  Бк/кг;  $C_\infty = 600$  Бк/кг

Интенсивность дождя дождевального агрегата ДДН-100 по паспорту равна 0,27-0,38мм/мин. Определение коэффициента фильтрации на приборе Дарси для супесчаной почвы в наших опытах дало следующие результаты: из 99 определений только 15 значений оказались ниже 0,38 мм/мин и 9 меньше 0,27мм/мин. Эти значения были достигнуты после 14 трех-четырех суточных промывных циклов.

Максимальная промывная норма при поливах ДДН-100 достигается после 13 полусуточных циклов.

В тех случаях, когда начинает образовываться поверхностный сток, прекращают полив и проводят глубокое рыхление, увеличивающее, как показали исследования ученых, коэффициент фильтрации более чем в 10 раз.

На песчаной почве проведено 53 определения коэффициента фильтрации. За 14 4-х суточных циклов промывки коэффициент фильтрации снизился с 18мм/мин до 0,6 мм/мин. После замораживания этой же почвы коэффициент фильтрации в 4-х последующих циклах повысился до 0,9мм/мин.

Интенсивность дождя, создаваемого дождевальным аппаратом ДД-30 0,15-0,25 мм/мин, еще более не вызывает опасений.

В юго-западных районах Брянской области, подвергшихся наиболее сильному радиоактивному загрязнению, преобладают дерново-подзолистые, песчаные и супесчаные почвы.

По данным Белоуса Н.М. и Шаповалова В.Ф. (2006) доза внутреннего облучения населения на этих почвах составляет 60-80% от общей дозы облучения, на суглинистых дерново-подзолистых почвах 10-15%.

В опытах по изучению испарения цезия с поверхности почвы без растительности обнаружилось прямая зависимость испарения цезия с водой от количества внесенной воды и температуры. Сверху после 2-х суток испарения в каждом цикле на поверхности почвы формировалась сухая корочка. В четвертом и 5 циклах эту корочку рыхлили, что резко усиливало вынос цезия с испаряющейся водой. В первых 3-х циклах без рыхления было вынесено 440,9 Бк, в двух циклах после рыхления – 641 Бк.

В результате многочисленных исследований установлено, что в естественных экосистемах до сих пор в верхнем слое (0-5 см) содержится 90% цезия. В почвах агроэкосистем 90% цезия сосредоточено в пахотном горизонте. Рыхление увеличивает испаряющую поверхность разрыхленного слоя почвы, а вместе с интенсивностью испарения растет вынос цезия. Но эффект рыхления проявляется и в сбережении глубинных слоев влаги. Еще Костяков А.Н. отметил, что создание комковатой структуры орошаемых почв и рыхление почвы после поливов имеет исключительно важное значение для сбережения поливной воды.

При отсутствии обильных водоисточников для добывания подземных вод в качестве источника орошения дачных и приусадебных участков целесообразно использовать шахтные и мелко

трубчатые колодцы (буровые скважины). В Брянской области для использования верхнего, ненапорного горизонта грунтовых вод устраивают скважины глубиной до 30м, расходом 0,5л/с. Наиболее приемлемым способом орошения при таком водоисточнике является капельное орошение, позволяющее эффективно использовать воду, осуществлять орошение с небольшими напорами в сети. Для удешевления орошения ее рекомендуется делать переносной и передвижной. Нами изобретено подобное дождевальное устройство, в котором по тросу скользит подвеска с капельницами и с питающим резиновым шлангом, наматываемом на катушку, вращающуюся со скоростью 1 об/час.

При среднем дебите мелкотрубчатого колодца 0,5 л/с за месяц на участок 6 соток можно подать промывную норму 21550 м<sup>3</sup>/га. Подвеской с 5-ю капельницами с расходом 4л/час каждой капельницей будет полито 6 соток нормой 200 м<sup>3</sup>/час за 25 суток. За осенний промывной сезон можно внести промывную норму 800 м<sup>3</sup>/га и, добавляя известковое молоко, обеспечить снижение удельной активности на 100 Бк/кг. Один мелкотрубчатый колодец обеспечит водой и очистку почвы на 100 Бк/кг за сезон для более 10 дачных участков.

В летний период при поливе огородов целесообразно увеличивать поливные нормы вегетационных поливов на 30%, создавая тем самым промывной эффект.

### **Выводы**

1. Разработанные технологии промывных поливов на радиоактивно загрязненных почвах приусадебных участков способствуют снижению дозы внешнего и внутреннего облучения людей, улучшают социально-экологическую обстановку, снижают ущерб от потери здоровья и сокращения продолжительности жизни людей, обеспечивают экономию водных и энергетических ресурсов.

2. Применяя рекомендуемые промывные нормы, технику полива, можно добиться во всех зонах, кроме зоны отчуждения, снижения дозы годового облучения людей до предусмотренного законом уровня 1мЗв за 7-10 лет эксплуатации оросительной системы.

3. Высокий экономический эффект обеспечивается большим денежным эквивалентом предотвращенной дозы внешнего и внутреннего облучения людей и экономическим эффектом от повышения урожайности культур на орошаемых дачных и приусадебных участках.

### **Литература:**

1. Белоус, Н.М. Современные проблемы радиологии в сельскохозяйственном производстве: монография /Н.М. Белоус, Бельченко С.А., Дубенок Н.Н. и др. – Рязань: Мещерский ф-л ГНУ ВНИИГ и М Россельхозакадемии, 2010 – 363 с.

2. Василенков, С.В. Водохозяйственные реабилитационные мероприятия на радиоактивно загрязненных территориях: монография /С.В. Василенков – М.: Изд. МГУП, 2010 – 289 с.

3. Василенков, С.В. Вымыв цезия – 137 из почвы в населенных пунктах в радиоактивно загрязненной местности. /С.В. Василенков, О.Н. Демина // Экология урбанизированных территорий. М.: 2009, №4-С. - 59-64.

УДК 519.8:681.3

*к.т.н., доцент, Голубева И.Е.,  
Брянская ГСХА,  
к.э.н., доцент, Галанина О.В.,  
ФГОУ ВПО СпбГАУ*

### **К ВОПРОСУ О МОДЕЛИРОВАНИИ И АНАЛИЗА СОВРЕМЕННЫХ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

Студентам агро-инженерных направлений преподаются курсы информатики и программирования. При этом большое внимание уделяется моделированию на основе регрессионного и корреляционного анализов. Модели являются универсальными и могут применяться в любых сферах человеческой деятельности.

В целях повышения интереса к предмету студентам при обучении предлагается самостоятельно исследовать доступные источники информации для выявления причинно-следственных связей и построения моделей, в том числе и социально-экономических, как наиболее наглядных и доступных.

В качестве примера рассмотрим модели взаимосвязи между условиями существования жителей Центрального федерального округа (ЦФО), в частности Брянской области, и продолжительно-

стью их жизни, пользуясь данными официальных статистических сборников [1] и сайтов [2].

По данным Федеральной службы государственной статистики [1] коэффициент смертности населения (число умерших на 1000 человек) по Брянской области подчиняется общей тенденции к снижению и за период с 2004 по 2012 год снизился с 19,1 до 16,2 (рис.1). Так же по графику (рис. 1) видно, что смертность в Брянской области превосходит среднюю по ЦФО.

Самая высокая смертность по ЦФО в 2012 году была замечена в Тверской области (18,3), а самая низкая - в г. Москве (9,9) и Белгородской области (14,0).

Мы попытались разобраться, влияет ли уровень доходов населения, объемы потребления различных продуктов питания на демографические процессы в обществе.

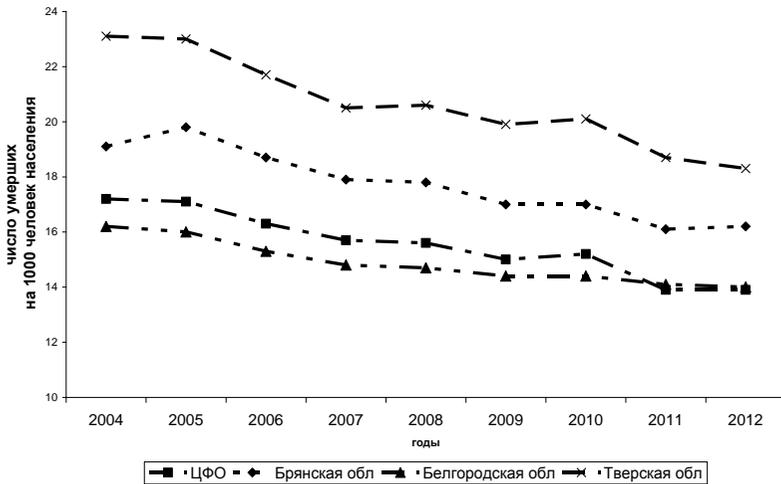


Рисунок 1 - Динамика коэффициента смертности по отдельным регионам ЦФО

Естественно предположить, что доходы напрямую влияют на смертность и рождаемость. Мы рассчитали коэффициент корреляции  $r$  между доходами населения  $x$  (тыс.руб. в месяц), коэффициентом смертности  $y$  (количество умерших на 1 тыс.чел. в год) и коэффициентом рождаемости  $z$  (число родившихся на 1 тыс. чел. в год) по субъектам ЦФО в 2012 году. Оказалось, что связь между

рождаемостью и доходами практически не выявлена,  $r_{z,x}=0,2$ . Связь между смертностью и доходами - обратная,  $r_{y,x}=-0,64$  и в разные годы с 2008 до 2011 имела сильную обратную зависимость (с коэффициентом корреляции от  $-0,51$  до  $-0,66$ ). Это говорит о многом, прежде всего о том, что при увеличении доходов населения коэффициент смертности снижается (рис.2).

Таким образом, исходя из зависимости  $y=-0,1962x+19,906$ , с достоверностью 40% можно утверждать, что при увеличении доходов населения на *1 тыс. руб.* в месяц, коэффициент смертности снизится на 0,2 (т.е. 2 человека на 10000 человек в год).

Исследуем, как потребление отдельных видов продуктов влияет на смертность населения. Исходя из имеющейся статистической информации по потреблению продуктов питания, строилась регрессионная модель зависимости между коэффициентом смертности  $y$  (чел. на 1 тыс.чел. в год) и потреблением следующих продуктов: картофеля  $x_1$  (кг), масла растительного  $x_2$  (кг), молока и молочных продуктов  $x_3$  (кг), мяса и мясопродуктов  $x_4$  (кг), овощей и бахчевых  $x_5$  (кг), рыбы и морепродуктов  $x_6$  (кг), хлеба и хлебобулочных изделий  $x_7$  (кг), яиц  $x_8$  (шт.). Результаты моделирования представлены на рисунке 3.

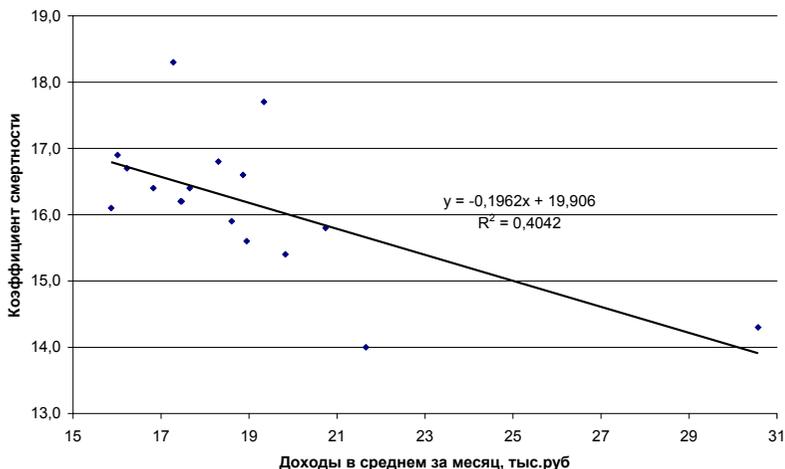


Рисунок 2 – Взаимосвязь смертности и доходов населения

ВЫВОД ИТОГОВ						
Регрессионная статистика						
Множественный R		0,7210057				
R-квадрат		<b>0,51984922</b>				
Нормированный R-кв:		0,45474403				
Стандартная ошибка		1,06953401				
Наблюдения		68				
Дисперсионный анализ						
	df	SS	MS	F	Значимость F	
Регрессия	8	73,07031	9,133789	7,984758397	<b>3,19562E-07</b>	
Остаток	59	67,49028	1,143903			
Итого	67	140,5606				
	Коэффициент	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%
Y-пересечение	<b>23,3320039</b>	2,048125	11,39189	<b>1,55825E-16</b>	19,23371594	27,43029192
x1 картофель	-0,0019405	0,007626	-0,25447	0,800015699	-0,017199288	0,0
x2 масло раст	0,16384182	0,121321	1,350483	0,182018688	-0,07892081	0,4
x3 молоко	0,00152934	0,006191	0,247039	0,805736025	-0,010858237	0,0
x4 мясо	<b>-0,0762518</b>	0,01632	-4,67242	<b>1,76973E-05</b>	-0,108907089	-0,044907089
x5 овощи	<b>-0,0232823</b>	0,01127	-2,06583	<b>0,04324469</b>	-0,045833784	-0,000733784
x6 рыба	-0,0236353	0,057415	-0,41166	0,682081717	-0,13852222	0,0
x7 хлеб	-0,0018094	0,009571	-0,18905	0,850702436	-0,020961382	0,0
x8 яйца	-0,001729	0,004979	-0,34727	0,729626538	-0,011691683	0,0

Рисунок 3 – Расчет регрессионной статистики в Excel

Степень точности описания моделью процесса составляет 52% ( $R$ -квадрат), это достаточно высокая точность аппроксимации. Достоверность по уровню значимости критерия Фишера (Значимость  $F$ ) составляет  $3,20 \cdot 10^{-7}$ , что значительно меньше 0,05, значит, модель значима.  $P$ -значение коэффициентов при  $x_4$  и  $x_5$  меньше 0,05, значит, эти коэффициенты отличны от нуля. Коэффициенты при остальных переменных можно считать нулевыми.

Поэтому, модель зависимости коэффициента смертности  $y$  от потребленного количества мяса  $x_4$  и овощей  $x_5$  имеет вид:

$$y = 23,33 - 0,08x_4 - 0,02x_5 \text{ при } R^2 = 0,52.$$

Это означает, что если в год потреблять больше на 10 кг мяса и 10 кг овощей (что в среднем составляет больше на 30 г в день), смертность снизится на 1 человека на 10000 чел. населения.

Таким образом, моделирование процессов позволило установить связь между условиями существования, питанием и продолжительностью жизни населения. Построение, использование и анализ

моделей позволяет расширить, углубить знания студентов, расширить их кругозор, творческие способности, возможности применять свои знания в смежных сферах деятельности и повысить их профессиональный уровень.

### **Литература**

1. Брянская область. 2013: Стат. сб./Брянскстат. - Брянск, 2013. – 420 с.
2. <http://www.gks.ru/> Дата просмотра сайта 5 июля 2014 г.

УДК 621.311

*д.т.н., профессор, Грунтович Н.В.,  
инженер, Жеранов С. А.,  
Учреждение образования «Гомельский государственный технический  
университет имени П. О. Сухого»  
Республика Беларусь*

### **ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ ЗЕРНА И КУКУРУЗЫ НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ЗАТРАТЫ ПРИ ЕГО СУШКЕ**

Сельскохозяйственная продукция является основополагающей составляющей продовольственной безопасности любого государства, а для Республики Беларусь – также и важной экспортной. В связи с этим разработан и выполняется комплекс мероприятий, направленных на обеспечение необходимых объемов, улучшение качества продовольственного сырья, а также снижение его себестоимости. Последнее можно достичь путем снижения энергоемкости сельскохозяйственного продукта. А это, в свою очередь, может быть реализовано только путем сокращения объема энергоресурсов, затрачиваемых на его производство.

Зерно, как сельскохозяйственный продукт, является основой для производства хлебобулочных изделий, кормовой добавкой для животных и т. д. Его качество в значительной степени определяет экономическую эффективность зернового хозяйства.

На качество и надежную сохранность данного сельскохозяйственного продукта в значительной степени влияет его влажность, которая устанавливается в процессе сушки. Сушка заключается в удалении из материала любой жидкости, в результате чего в нём увеличивается относительное содержание сухой части. Использование зерносушильных комплексов позволяет производить полную подготовку зерновой массы для дальнейшей переработки и хранения. Со-

временные зерносушильные комплексы, такие как КЗСВ 40 Г в качестве энергоресурса используют газ (сушильные камеры) и электрическую энергию (транспортеры, вентиляторы, норрии, зерноочистители).

Комплекс КЗСВ – 40Г предназначен для послеуборочной обработки семян зерновых культур продовольственного назначения и доведения их до базисных кондиций в сушилке S424, входящей в состав комплекса КЗСВ – 40Г. Производительность комплекса в режиме сушки 40 т/час. И может меняться в зависимости от влажности зерна. За один проход через сушилку можно высушить зерно с начальной влажностью от 20% до кондиционной -14%.

Мощность комплекса определяется из условий:

- продолжительность уборочного периода – 35 суток;
- продолжительность приема, очистки и сушки – 24 часа в сутки;
- производительность по предварительной и вторичной очистке зерна – 60 т/час.

Влажность зерна до сушки – 20%

Влажность зерна после сушки -14%

Влажность кукурузы до сушки -30%

Влажность кукурузы после сушки -14%.

На удельный расход топлива для сушки зерна и кукурузы оказывает влияние значительное количество параметров, основными из которых являются: температура наружного воздуха, первоначальная влажность зерна, период созревания. При этом в расчетах также необходимо учитывать такие параметры как: технологические характеристики зерносушильной установки, вид и объемный состав топлива.

Для оценки энергетической составляющей затрат на сушку зерна и кукурузы разработана программа, которая позволяет оценить удельный расход топлива (природный газ) в зависимости от влажности сырья.

Для определения удельного расхода топлива на сушку зерна рассмотрено несколько его видов с базовой влажностью от 19% до 21%.

Исходные данные для проведения исследования представлены в таблице 1.

*Таблица 1*

**Исходные данные для исследования**

Наименование параметра	Значение
Влажность зерна до сушки $W_H$ , %	19-21
Влажность зерна после сушки $W_K$ , %	14
Начальная температура зерна, °С	15
Атмосферное давление, мм рт. ст.	750
Температура атмосферного воздуха $t_0$ , °С	15
Топливо	природный газ

Удельный расход топлива на сушку зерна  $H_{C3}$  определяется по выражению:

$$H_{C3} = \frac{q_B \cdot (W_K - W_H)}{7 \cdot \eta \cdot (100 - W_H)}, \quad (1)$$

где  $q_B$  – удельный расход теплоты на испарение 1 кг влаги, ккал/кг.

Полученные значения удельного расхода топлива на сушку зерна с различной базовой влажностью (от 19% до 21%) сведены в таблице 2.

Таблица 2

**Расчетные данные исследования**

Влажность зерна, %	Удельный расход топлива на сушку, кг у. т./т
19	12,3
19,5	13,2
20	14,1
20,5	15
21	16

Графическая модель зависимости удельного расхода топлива (газ) на сушку зерна от его влажности имеет вид (рисунок 1):

—●— Норма расхода топлива на сушку, кг у.т/т

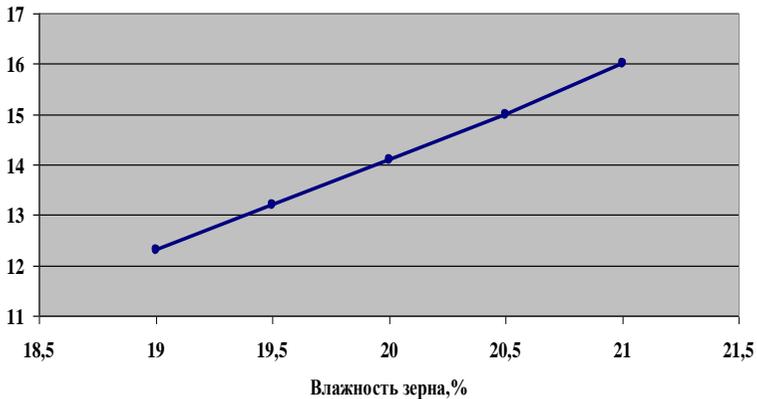


Рисунок 1 - Зависимость удельного расхода топлива на сушку зерна от начальной влажности

Из анализа полученных данных следует, что **изменение (снижение) влажности зерна**, поступающего на сушку в зерносушильную установку, **на каждые 0,5% приводит к экономии условного топлива на 7,3%.**

Для определения удельного расхода топлива на сушку кукурузы в качестве базисного следует рассматривать значение влажности равное 30%. Расчет выполняется аналогично, с использованием формулы (1).

Полученные значения удельного расхода топлива на сушку кукурузы приведены в таблице 3.

Таблица 3

### Расчетные данные исследования

Влажность кукурузы, %	Удельный расход топлива на сушку, кг у. т./т
до 30	35,1
свыше 30%	37,5

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что **при загрузке** в зерносушильную установку **кукурузы с влажностью до 30%**, **предоставляется возможным сэкономить 6,8% условного топлива.**

Исследования, выполненные на примере зерна и кукурузы, показывают, что **при сушке сельскохозяйственной продукции** именно такой параметр, как **ее влажность оказывает наиболее существенное влияние на потребление топлива.**

Для сельскохозяйственных предприятий в настоящее время в условиях значительной стоимости топливно-энергетических ресурсов подобного рода исследования являются актуальными. Они позволяют определить резервы для снижения энергоемкости продукции с целью снижения ее себестоимости без потери качества, что, в свою очередь, позволит повысить ее конкурентоспособность на внутреннем и внешнем рынках.

### Литература

1. Временная инструкция по нормированию расхода топлива, тепловой и электрической энергии для с.х. предприятий. - Мн.: БелНИИМСХ, 1995.

2. Положение по нормированию расхода топлива, тепловой и электрической энергии в народном хозяйстве республики. - Мн.: ГИП «Промпечать», 1997.

УДК 621.311

*д.т.н., профессор, Грунтович Н.В.,  
Брянская ГСХА*

## ТЕХНИЧЕСКОЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ДИЗЕЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

**Введение** Обеспечение посевных и уборочных работ без поломок сельскохозяйственной техники не простая задача. Она может быть решена на основе совершенствования системы технического обслуживания и ремонта (СТОиР):

- высокая квалификация специалистов;
- наличие современной эксплуатационной нормативно-технической документации;
- обеспечение необходимыми приборами для технического диагностирования и ремонта техники.
- изначально техника должна быть выполнена надежно.

В настоящее время ремонт техники в хозяйствах как правило проводится после поломки, диагностирование подшипников качения выполняется на слух, проворачивая внутреннее и наружное кольцо. Качество работы топливной системы, поршневой группы определяется по цвету выхлопного дыма.

**Решение задачи** На сегодняшний день имеется целый ряд методов и приборов для диагностирования отдельных узлов и двигателей в целом (как во время работы, так и в разобранном виде). Это ультразвуковая и магнитная дефектоскопия, вибродиагностирование. Например, по спектру вибрации очень хорошо диагностируется работа форсунок во время работы дизеля. Это дает возможность минимизировать время наладки форсунок на стенде. По спектру вибрации диагностируются дефекты подшипников качения как на специальном стенде, так и во время работы агрегата.

На рисунке 1 показан момент неустойчивого положения вала при совпадении точки  $O'$  вала и точки  $A$  подшипника качения. При перемещении шарика  $C$  в положение  $C1$  происходит опрокидывание вала на шар  $C1$  с частотой:

$$f_{on} = f_o \cdot Z_{ш} = \frac{f_p \cdot R_{вн}}{2 \cdot (R_{вн} + r_{ш})} \cdot Z_{ш}.$$

Выведем эту формулу. Вал вращается с угловой скоростью  $\omega_p$ . Так как шар одновременно катится по неподвижной наружной поверхности, то точка касания Р является мгновенным центром скоростей. Используя понятие о мгновенном центре скоростей определим линейную скорость точки О:

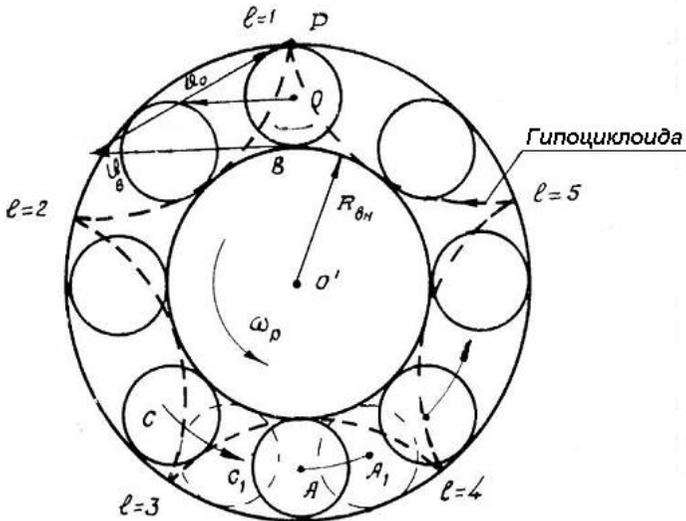
$$v_o = \frac{1}{2} v_p = \frac{\omega_p \cdot R_{\text{вн}}}{2}$$

Следовательно, угловая скорость центра шара:

$$\Omega = \frac{v_o}{R_{\text{вн}} + r_{\text{ш}}} = \frac{\omega_p \cdot R_{\text{вн}}}{2 \cdot (R_{\text{вн}} + r_{\text{ш}})}$$

Тогда частота вращения центра шара (сепаратора) определяется по формуле:

$$f_o = \frac{f_p \cdot R_{\text{вн}}}{2(R_{\text{вн}} + r_{\text{ш}})}$$



**Рисунок 1** - К иллюстрации вычисления частоты вращения сепаратора и опрокидывания вала в подшипнике в неустойчивом состоянии

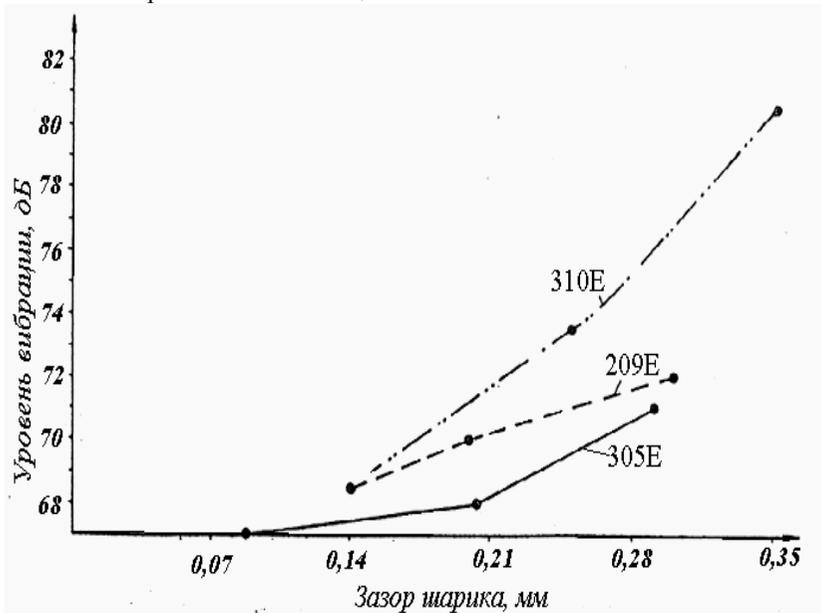
На рисунке 2 приведен график увеличения вибрации в зависимости от зазора между телами качения и кольцами.

Как показывает практика, качество Китайских, Белорусских, а в некоторых случаях и Российских подшипников не всегда высокое.

Дефекты различают *заводские и эксплуатационные*.

*К заводским дефектам подшипников качения следует отнести:*

- некруглость тел качения;
- овальность внутреннего кольца;
- трехвыпуклость внутреннего кольца;
- неравномерность зазоров между телами качения и кольцами (разные диаметры тел качения);
- повышенная волнистость колец;
- раковины на кольцах и телах качения.



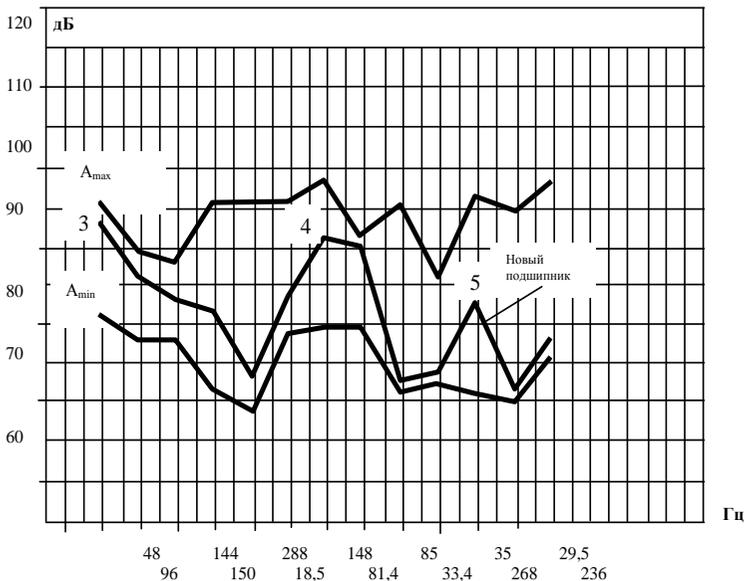
**Рисунок 2 - Влияние зазора шарика на уровень вибрации в зависимости от размера подшипника**

**К эксплуатационным дефектам подшипников качения относятся:**

- заводские дефекты, которые приводят к интенсивному износу узлов подшипников качения;
- перекос внутреннего кольца;
- перекос наружного кольца;
- трещины на внутреннем кольце;
- износ сепаратора;
- неоднородный радиальный натяг;
- износ тел качения;
- загрязнение смазки.

На рисунке 3 приведен спектр вибрации подшипника качения с заводскими дефектами.

Огибающие спектра вибрации  $A_{\min}$  и  $A_{\max}$  построены по результатам анализа вибрации 10 подшипников качения (новых и изношенных) на информативных частотах.



**Рисунок 3** - К иллюстрации спектра вибрации нового подшипника качения № 317 с различными дефектами: 3 – овальность; 4 – дефекты тел качения; 5 – дефекты внутреннего кольца

## Литература:

1 Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования: учебн. пособие/Н.В. Грунтович.- Минск: Новое знание; М.:ИНФРА-М, 2013. - 271с.

УДК 621.311

*д.т.н., профессор, Грунтович Н.В.,*

*д.т.н., профессор, Грунтович Н.В.*

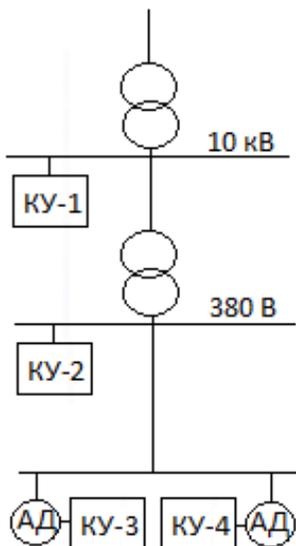
*Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого»*

### **ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ КОМПЕНСАТОРЫ (РЕЗОНАТОРЫ) ДЛЯ ЭКОНОМИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ И ПОВЫШЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА МОЩНОСТИ**

В настоящее время существует два вида компенсации реактивной мощности:

1. Групповая компенсация, при которой предприятие не имеет никакой экономии (от реактивной энергии разгружаются сети энергоснабжающей организации) (Рис.1.-КУ-1,КУ-2)

2. Индивидуальная компенсация, которая по сравнению с групповой имеет ряд преимуществ, одним из которой является реальная экономия ЭЭ (Рис.1.-КУ-3).



**Рисунок-1-К иллюстрации  
подключения КУ**

Электродвигатели и распределительные трансформаторы являются основным оборудованием, создающим нагрузку в промышленных электросетях, за исключением некоторых специфических производств - электросталеплавильные печи, производство алюминия, гальваническая обработка пр. В подавляющем большинстве случаев нагрузка носит индуктивный характер. В этом случае снижается  $\cos\phi$  и для его повышения необходимо подключить компенсирующее устройство.

Это приводит к тому, что результирующая нагрузка становится чисто активной и  $\cos\phi$  приобретает максимальное значение. При повышении  $\cos\phi$  с 0,5 до 0,9 снижение общей потребляемой мощности составляет 44%.

Известно, что подключение КУ-1 или КУ-2 практически не влияет на уменьшение реактивной мощности в АД. Наибольший эффект достигается при подключении КУ непосредственно к электродвигателю.

В странах ЕС ведется жесткий контроль за реактивной мощностью предприятий (Табл.1).

Таблица 1

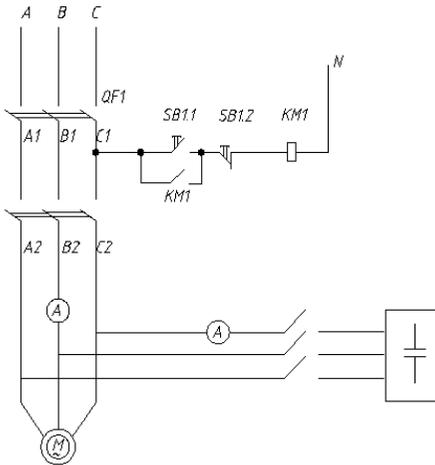
**Наценка за неподдержание предписанного уровня  $\cos\phi$   
(Европейские страны)**

<i>tg <math>\phi</math> отбора</i>	<i>cos<math>\phi</math> отбора</i>	<i>Наценка в %</i>
1,008-1,034	0,7	37,59
0,869-0,895	0,75	28,07
0,737-0,763	0,8	19,74
0,607-0,632	0,85	12,38
0,471-0,498	0,9	5,85
0,311-0,346	0,95-1	<b>Наценка отсутствует</b>

Результаты экспериментальных исследований использования индивидуальных компенсаторов в лаборатории:

Результаты экспериментальных исследований использования КУ на предприятиях Беларуси представлены в таблице 2.

**Экспериментальное исследование двигателя в лаборатории  
(экспериментальные данные авторов)**



**а- схема подключения КУ**

**Без КУ:**

Ток двигателя

$I_{дв} = 0,58 \text{ А}$

Время выбега АД - 1,05 с

**При включении КУ:**

Ток двигателя

$I_{дв} = 0,32 \text{ А}$

Время выбега АД- 1,33 с

Ток конденсатора

$I_{ку} = 0,25 \text{ А}$

**Таблица 2**

**Результаты экспериментальных исследований на предприятиях от применения индивидуальных компенсаторов РМ (экспериментальные данные авторов)**

Функция механизма	$P_{ном}$ ЭД, кВт	Режим работы ЭД	Значения параметров ЭД			
			$I_{нагр}$ , А	$\cos \phi$	P, кВт	Q, кВАр
Конвейерный транспорт	132	Без КУ	99,6-101	0,37-0,49	18,8-34,5	54,2-54,6
		С КУ	20-22	0,99	8-11,5-14	0,12-0,6
Дымосос котла	11	Без КУ	11,3	0,39	2,85	6,95
		С КУ	2,9	0,99	1,68	0,67
Насос	250	Без КУ	357,8	0,8	208,3	152,9
		С КУ	263,8	1,0	189,3	2,4

При использовании индивидуальной компенсации достигаются следующие результаты:

- снижение потребления активной мощности ЭД на 5-12% в зависимости от режима работы двигателя;

- компенсация реактивной мощности на 98-99% и, соответственно рост  $\cos \varphi$  до 0,9-0,95 ;
- уменьшение величины потребляемого тока на 15-35%
- снижение вибрации двигателя;
- снижение пусковых токов на 10-20%;
- уменьшение значений высших гармоник;
- увеличение времени выбега двигателя в 2-3 раза после отключения питающего напряжения, что может обеспечить повторный запуск ЭД после кратковременного обесточивания.
- уменьшение вибрации корпуса ЭД на отдельных частотах.

### **Литература:**

1. Железко Ю.С. Компенсация реактивной мощности и повышение качества электрической энергии. - М.: Энергоатомиздат, 1985 - 224 с.
2. Жуковский А.И. Компенсация реактивной мощности и повышение качества электрической энергии в электрических сетях промышленных предприятий. "Энергия и менеджмент", 2008, май-июнь с. 24-27.

УДК 631.3.004.67:621.35.035.4

*д.т.н., профессор, Гурьянов Г.В.,  
Брянская ГСХА,  
д.т.н., профессор, Серпик И.Н.,  
Брянская ГИТА  
д.т.н., доцент Кисель Ю.Е.,  
Брянская ГСХА,  
инженер, Лякова А.В.,  
Брянская ГИТА*

## **РАСЧЕТ УПРУГИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

Упругие характеристики композиционных материалов обычно определяются в результате механических испытаний. Получение таких данных во многих случаях представляет достаточно трудоемкую задачу, что делает актуальным развитие методов расчета упругих свойств композитов.

Теоретические оценки упругих характеристик композиционных материалов с рассматривались в ряде работ [1 - 4]. Широкое распространение получили приближенные методы («правило смесей», энергетический метод, метод Рейли и др.), точность которых не вполне удовлетворяет исследователей. В то же время вопрос о применении в данном случае метода конечных элементов, который принципиально позволяет уточнить вычисление упругих свойств характеристик, еще не нашел достаточного отражения в литературе.

В настоящей работе представляется схема применения метода конечных элементов для определения упругих свойств композиционных материалов с волокнистыми включениями с объемным содержанием дисперсной фазы  $V_d \leq 52,36\% об.$

Считалось, что на макроуровне материал является изотропным и линейно упругим. На микроуровне мы разделяли композит на основу и включения, описывая их как изотропные линейно-упругие среды. Структуру композиционного материала моделируем в виде кубов, содержащих твердые волокнистые включения (рис. 1).

В кубе объемное содержание наполнителя будет определяться зависимостью:

$$V = 4,4875 \frac{\pi \left( \frac{d}{L} \right)^2}{4} \times 100\%, \quad (1)$$

где  $d$  – приведенный диаметр волокон;

$2L$  – расстояние между центрами пересечения волокон (рис.2).

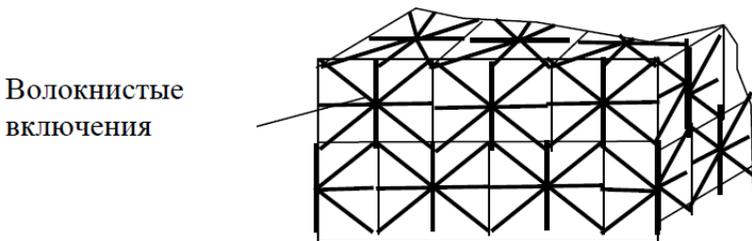


Рисунок 1 – Кубические частицы, содержащие волокнистые включения

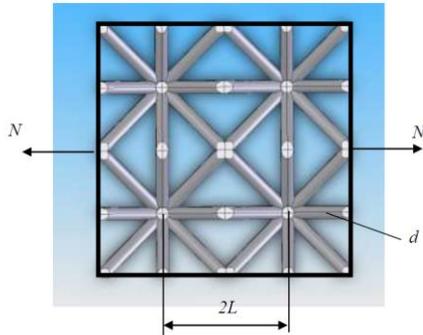


Рисунок 2 – Выделенная часть композита

Допустим, что на макроуровне прямолинейный стержень из композиционного материала растягивается под действием растягивающей силы  $N$ , равномерно распределенной по торцам стержня. Выделим типичный элементарный объем композиционного материала.

Считаем, что одна из систем однонаправленных ребер решетки композита в таком объеме параллельна оси стержня. Выделенная часть композита находится под действием растягивающей силы (рис. 3). В силу циклической симметрии исходной задачи будем рассматривать восьмую часть ячейки кубической формы. То есть ограничимся расчетом области композита в виде куба со стороной  $L$ , одним из углов которого расположен в центре частицы.

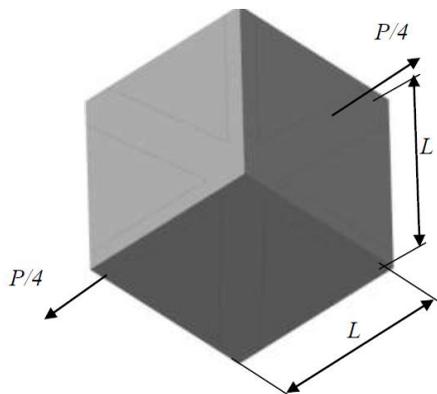


Рисунок 3 – Модель материала

Этот куб растягивается силой  $P/4$  (см. рис. 3), взаимодействуя с соседними объемами материала. Ввиду того, что формоизменение у соседних объемов такого вида будет одинаковым, на каждой грани куба должно иметь место равенство нормальных перемещений по всей ее площади. Грани куба при деформации остаются плоскими, и углы между ними не изменяются. На каждой грани  $OXY$ ,  $OZX$  и  $OYZ$  задавались нулевые перемещения по нормали к плоскости (см. рисунок 2). На грани  $X=L$  вводились перемещения  $\Delta L_x$  (рисунок 4). На гранях  $Y=L$  и  $Z=L$  обеспечивалось условие  $\Delta L_y = \Delta L_z$ . Связь между растягивающей силой  $P$  и деформацией  $\Delta L_x$  можно представить в виде следующего выражения:

$$\Delta L_x = \frac{P}{E_k A}, \quad (2)$$

где  $E_k$  – приведенный модуль упругости композита;  $A=L^2$  – площадь грани куба. Задавая перемещение  $\Delta L_x$  и вычислив для него усилие  $P$  с помощью метода конечных элементов, можно найти значение  $E_k$  с учетом формулы (2).

Коэффициент Пуассона композиционного материала  $\mu_k$  при этом будет определяться следующей зависимостью:

$$\mu_k = \frac{\Delta L_y}{\Delta L_x}. \quad (3)$$

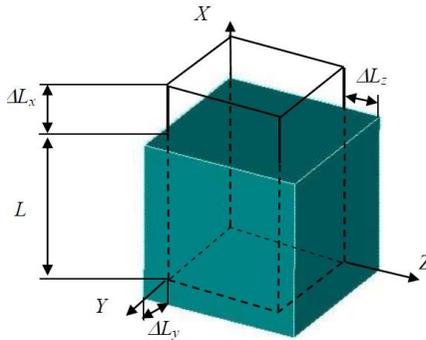


Рисунок 4 – Условия деформации модели композита

Для создания геометрии основы без твердого включения, первоначально построим сплошной куб, а затем вырежем в нем объем, соответствующий включению. Куб формируем с помощью базового набора твердотельных примитивов. Тело, моделирующее восьмью часть твердого включения, показано на рисунке 5.

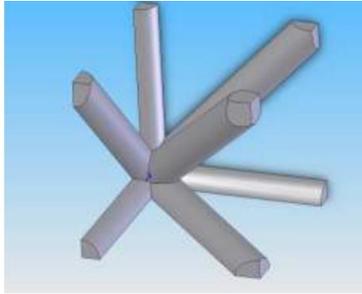


Рисунок 5 – Тело, моделирующее твердое включение

В рабочей плоскости  $OXY$  создадим поверхность в виде квадрата со стороной равной 1,0 (рис.6, а). Для формирования объемного тела выдавим квадрат по нормали к рабочей плоскости на 1,0 (рис.6,б).

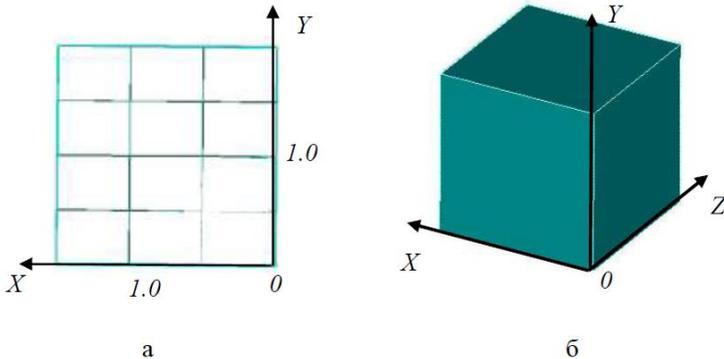


Рисунок 6 – Формирование модели основы: а – квадрат в рабочей плоскости  $OXY$ ; б – куб, полученный выдавливанием квадрата вдоль оси  $Z$

Вырез в кубе выполним исключением из объема куба, объема восьмой части волокнистого включения. Результат выполнения этих геометрических операций позволяет нам получить геометрическую модель основы композита без включения (рисунком 7).

Создание твердотельных геометрических объектов (Solid) и выполнение операций над ними осуществляли с помощью процедур и функций твердотельного моделирования программного комплекса MSC/NASTRAN for WINDOWS, свободно распространяемой версии 3 (MSC/N3W) [4]. На рисунке 8 представлена конечно-элементная

модель композита с объемным содержанием дисперсной фазы  $V_d = 6,2\% \text{ об.}$  Вводилось допущение, что сцепление дисперсной фазы с матрицей композита является идеальным. Узлы на поверхности, разделяющей основу и включение, автоматически не объединяются друг с другом.

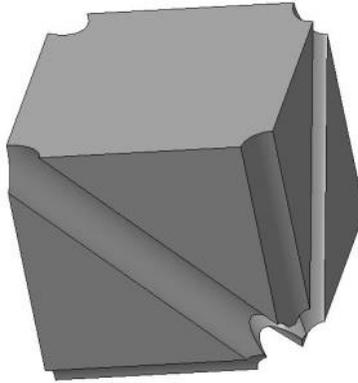
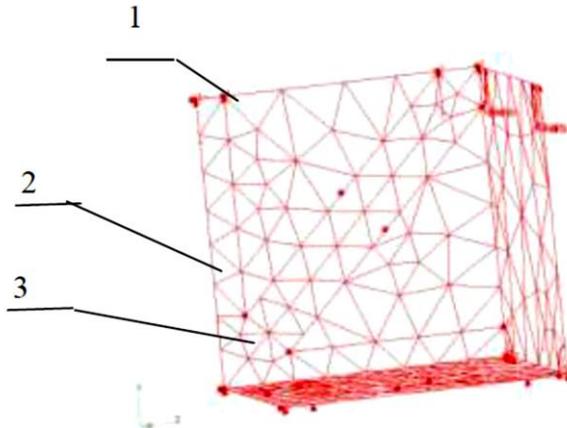


Рисунок 7 – Тело, моделирующее основу без включения



1 – основа; 2 – граница раздела основы и включения;  
3 – твердое включение

Рисунок 8 – Разбиение модели композита на конечные элементы

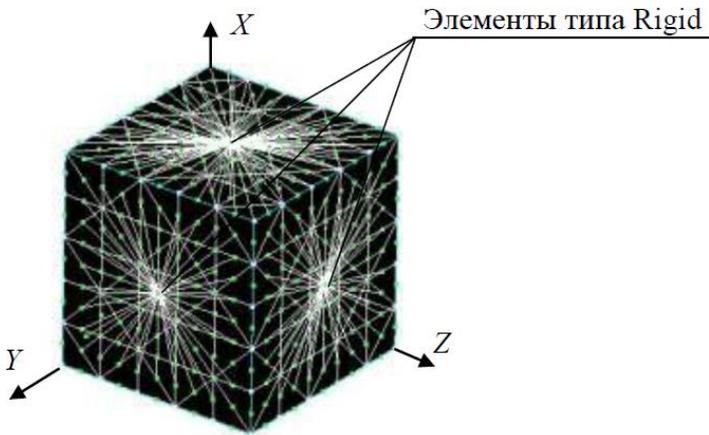


Рисунок 9 – Применение элемента типа Rigid для связывания узлов на грани модели

Для объединения этих узлов выполняем команды меню контроля совпадающих узлов. Первоначально выбираем все имеющиеся узлы. На вопрос о дополнительном диапазоне узлов для объединения указываем узлы только на соприкасающихся поверхностях. Устанавливаем максимальное расстояние между объединяющимися узлами равное 0,0001. После выполнения команды объединения узлов, стыкующиеся конечные элементы шаровидного включения и основы композита должны иметь общие узлы на границе раздела. При реализации кинематических граничных условий в узлах на грани  $OXY$  запрещались перемещения вдоль оси  $Z$ , на грани  $OXZ$  - вдоль оси  $Y$ , в узлах на грани  $OYZ$  - вдоль оси  $X$ . На каждой из граней  $X=L$ ,  $Y=L$  и  $Z=L$  (рисунок 9) объединялись все узлы по степени свободы, связанной с перемещениями по нормали, с помощью элементов типа Rigid (жесткий)[2].

В качестве примера представлены некоторые результаты определение упругих характеристик композиционного материала кобальт (основа) – карбид вольфрама (наполнитель). Для материала основы принимался модуль упругости  $E_m=211000$  МПа, коэффициент Пуассона  $\mu_m=0,25$ , для материала дисперсной фазы - модуль упругости  $E_d=430000$  МПа, коэффициент Пуассона  $\mu_d=0,3$  [2].

Характер распределения эквивалентных напряжений можно получить в виде изолиний напряжений или контурных данных на гранях модели композита (рисунок 10).

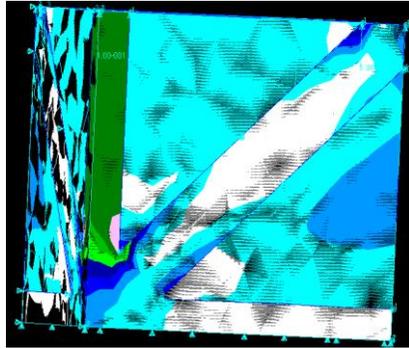
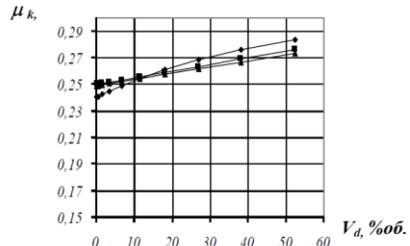
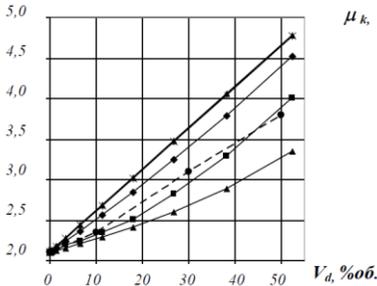


Рисунок 10 – Цветовое изображение распределения напряжений на поверхностях модели композита

Некоторые результаты расчета модуля упругости и коэффициента Пуассона методом конечных элементов приведены на рисунке 11.

$E_k, \times 10^4 \text{ МПа}$



а

б

- ◆—     - метод Рейли;
- ▲—     - энергетический метод (верхняя и нижняя границы);
- ×—     - правило смесей;
- - метод конечных элементов;
- - -●- - -     - опытные значения [2]

Рисунок 11 – Значения модуля упругости (а) и коэффициента Пуассона (б) композита в зависимости от объемного содержания наполнителя

Результаты расчетов  $E_k$  с помощью метода конечных элементов получились наиболее близкими к экспериментальным значениям.

Отклонение от экспериментальных значений  $E_k$  при  $V_d=30\%$  составляет 5%, при  $V_d=50\%$  - 2%. Значения коэффициента Пуассона композиционного материала, полученные различными методами, имеют незначительные численные отличия.

Таким образом, представленная схема использования метода конечных элементов для оценки упругих характеристик композиционных материалов позволяет получать достаточно высокую точность определения приведенного модуля упругости.

### **Литература**

1. Васильев, В.В. Композиционные материалы /В.В.Васильев, В.Д. Протасов и др. – М.: Машиностроение, 1990. – 512 с.
2. Фудзии, Т. Механика разрушения композиционных материалов/ Т. Фудзии, М. Дзако . – М.: Мир, 1982. – 232 с.
3. Гурьянов, Г.В. Электроосаждение износостойких композиций/ Г.В.Гурьянов. – Кишинев: ШТИИИИЦА, 1985. – 240 с.
4. Шимкович, Д.А. Расчет конструкций в MSC/NASTRAN for Windows/ Д.А.Шимкович. –М.: ДМК, 2001. – 448 с.

УДК 504.4.06

*к.т.н., доцент Дёмина О.Н.,  
Брянская БГСХА*

### **МЕТОДИКА ОЦЕНКИ РАБОТЫ КОММУНАЛЬНЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ СТОЧНЫХ ВОД**

Действительная оценка работы коммунальных очистных сооружений сточных вод необходима для предложения реальных инженерных мер по строительству или усовершенствованию основных блоков процесса: сооружений биологической очистки, вторичных отстойников, сооружений обработки осадка.

Объединённые данные исследований в области водоотведения позволяют предложить осуществлять оперативную оценку работы коммунальных очистных сооружений сточных вод в производственных условиях. Она осуществляется с целью: выявления недостатков работы основных блоков процесса и факторов, ограничивающих производительность. Результаты оценки основных блоков процесса можно суммировать, отнеся предприятие к Типу 1,2 или 3.

Тип 1-это такие предприятия, которые по анализу оперативной оценки демонстрируют трудности, не вызванные размером и производительностью существующих основных блоков процесса. В таких случаях основные проблемы связаны с управлением, эксплуатацией или трудностями, которые могут быть устранены путём лишь незначительных модификаций сооружений, не связанных со строительством.

Определение предприятия как Тип 2 характеризует ситуацию, в которой недостаточная мощность основных блоков процесса может быть потенциальной помехой к достижению желаемой производительности, что ведёт за собой необходимость их существенной модификации.

Предприятие Типа 3 -потребуется дополнительное строительство в виду необходимости устранения физических ограничений, характерных для его основных блоков. В таблицах 1, 2 представлены виды нагрузок на сооружения.

А. Сооружение биологической очистки сточных вод

Необходимо рассчитать период аэрации, час:

$$T = \frac{V_{\text{аэр}}}{Q_{\text{ср.сут.макс}}} = \frac{M^3}{M^3 \div \text{сут}} \cdot 24,$$

где  $Q_{\text{ср.сут.макс}}$ -среднесуточный расход сточных вод в месяц максимального притока.

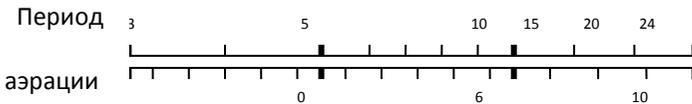
Таблица 1 - Система механической очистки

№	Параметры первичного отстойника	Низкая нагрузка	Нормальная нагрузка	Высокая нагрузка
1	Гидравлическая нагрузка на единицу площади, $\text{м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{сут}$	15	30	60
2	Гидравлическая нагрузка на водослив, $\text{м}^3/\text{м} \cdot \text{сут}$	100	250	500
3	Время отстаивания, часы	4	2	1
4	Процент удаления по БПК <sub>5</sub> , %	40	25	15
5	Процент удаления по взвешенным веществам, %	70	50	30

Таблица 2- Система биологической очистки

№	Параметры аэротенков	Низкая нагрузка	Нормальная нагрузка	Высокая нагрузка
1	Взвешенные вещества в иловой смеси, мг/л	2500	2500	2500
2	Потери при прокаливании, мг/л	60	75	85
3	Соотношение Пища/Микроорганизмы	0,1	0,3	0,4
4	Возраст ила, сут	20	7	3
5	Иловый индекс, мг/г	100	100	150
6	Время аэрации, час	8	6	3
7	Скорость потребления кислорода, мг/л·час	10	20	40
	<i>Параметры вторичных отстойников</i>			
1	Гидравлическая нагрузка на единицу площади, м <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> ·сут	8	16	25
2	Гидравлическая нагрузка на водослив, м <sup>3</sup> /м·сут	100	150	200

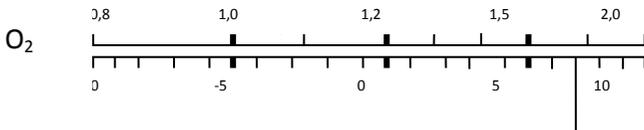
Далее определяется цифровое значение периода аэрации



Рассчитывается органическая нагрузка по БПК<sub>5</sub>:

$$N = \frac{БПК_5 \cdot Q_{ср.сут.}}{1000 \cdot W_{аэр}} \cdot 100 = \frac{кг \cdot БПК_5}{сут \cdot 100 м^3} \cdot 100$$

Определяются очки по наличию кислорода:



Суммируются очки в пунктах 1,2 и получается итог для сооружения биологической очистки сточных вод - **1**.

Б. Вторичный отстойник

1. Определяется количество очков по конструкции сооружения:

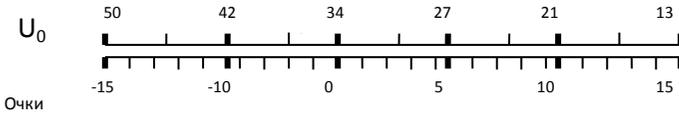
№	Тип сооружения	Очки
1	Круглый в плане с водосливами на стенках	7
2.	Прямоугольный, где 33% площади занимают водосборные лотки	0
3.	Прямоугольный, где 20% площади занимают водосборные лотки	-5
4.	Прямоугольный с водосборным лотком в конце	-10

2. Гидравлическая нагрузка вторичного отстойника:

$$U_0 = \frac{Q_{cp.cym.max}}{S_{отс}} = \frac{M^3}{M^2 \cdot cym}, \text{ где } S_{отс} - \text{площадь поверхности отстойника, } M^2.$$

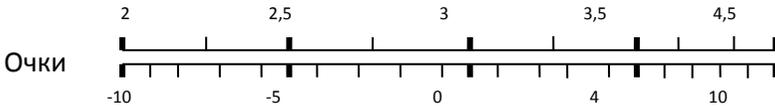
Определяется цифровое значение (очки) для гидравлической нагрузки:

Определяется цифровое значение (очки) для гидравлической нагрузки:



3. Определяются очки глубины отстойника:

Глубина у водосливов (м)



4. Определяется количество очков по системе удаления активного ила:

Определяется количество очков по системе удаления активного ила:

№	Способ удаления	Очки
1	По илопроводам под гидростатическим давлением	10
2	С помощью скребкового механизма в воронку	8
3	Нет механического удаления	-5

5. Определение объёма возвратного ила.

5.1. Расчёт желательного объёма возвратного ила:

Минимальный объём возвратного ила:

$$\text{Min объём} \cdot Q_{\text{ср.сут. min}} = (25\%) \cdot (\text{м}^3/\text{сут.}) \cdot 0,01 = \text{м}^3/\text{сут.}$$

Максимальный объём возвратного ила:

$$\text{Max объём} \cdot Q_{\text{ср.сут. max}} = (100\%) \cdot (\text{м}^3/\text{сут.}) \cdot 0,01 = \text{м}^3/\text{сут.}$$

5.2. Далее необходимо найти среднее значение между максимальным и минимальным объёмом возвратного ила (ОВИ), а так же записать их фактические объёмы. Затем сравниваются эти значения и определяются количество очков для возвратного ила по таблице 3.

Таблица 3

№	Контрольный объём возвратного ила	Очки
1	Фактический диапазон ОВИ находится полностью в пределах желательного диапазона и имеется возможность измерения потока возвратного ила	10
2	Фактический диапазон ОВИ находится полностью в пределах желательного диапазона, но нет возможности его измерения	7
3	Если 50% среднего значения желательного объёма попадает в ваш фактический диапазон и имеется возможность измерения потока ОВИ	5
4	Если 50% среднего значения желательного объёма попадает в ваш фактический диапазон, но нет возможности измерения объёма	0
5	Фактический диапазон ОВИ находится вне пределов желательного диапазона	-5

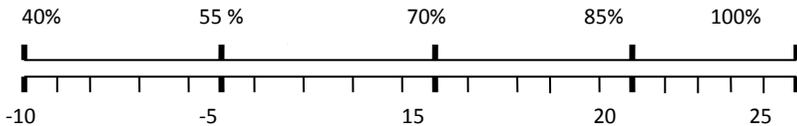
6. Суммируются очки в пунктах 1-5 и получите итог для вторичного отстойника - **2**.

В. Сооружения обработки осадка

1. Определяется число очков регулируемости ила:

№	Регулируемость	Очки
1	Автоматизированный забор проб и регулирование объёмов активного ила	5
2	Забор проб вручную и расходомер объёмов активного ила	3
3	Измерение объёмов активного ила и забор проб вручную	2
4	Измерение объёмов активного ила и забор проб вручную практически невозможно	0

2. Определяется производительность каждого существующего сооружения по обработке осадка и определяется самая низкая процентная мощность. Среди наиболее распространённых процессов, которые необходимо будет рассчитывать: аэробное сбрасывание, анаэробное сбраживание, илоуплотнители, механическое обезвоживание, иловые площадки, вывоз жидкого ила. Определяются очки для сооружений по обработке осадка:



3. Суммируются очки в пунктах 1 и 2 и получается итог для сооружений обработки осадка - **3**.

4. Далее необходимо сравнить итоги с ниже следующими, чтобы определить к какому типу относятся оцениваемые очистные сооружения:

Вид сооружений	очки	Тип 1	Тип 2	Тип 3
А. Сооружение биологической очистки сточных вод	1	13-30	0-12	0
Б. Вторичный отстойник	2	25-35	0-24	0
В. Сооружения обработки осадка	3	10-30	0-9	0
Итого:		60-115	20-59	20

Таким образом, с помощью предложенной методики возможно достаточно оперативно получить реальные начальные данные о коммунальных очистных сооружениях сточных вод для возможности анализа и внесения инженерных предложений по улучшению работы и повышению их производительности.

УДК 628.18

*к.э.н., доцент, Зверева Л.А.,  
Брянская ГСХА*

### **О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА СУБЪЕКТИВНОЙ ОЦЕНКИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ В СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ**

Обозначены проблемы экономической эффективности централизованного сельскохозяйственного водоснабжения и необходимость применения различных методов её оценки.

На территории Брянской области, ежегодно уменьшается численность сельского населения. С 1989 года по 2013 (почти за 25 лет) снизилась на 21%, т.е. с 485,8 тыс. чел. до 384,4 тыс. чел.

В сотнях сел и деревень проживают менее 100 человек. При этом десятки миллионов человек, проживающих в селах и деревнях, не имеют возможности пользоваться централизованным водоснабжением. Они пользуются грунтовой водой из шахтных колодцев или водой из открытых водоемов и родников. Такая вода может содержать много вредных для здоровья человека веществ: нитраты, пестициды, тяжелые металлы т.п.

Кроме того, срок эксплуатации большинства действующих систем сельскохозяйственного водоснабжения России, давно превысил норму и составляет более 30 лет. Большинство подземных водозаборов бездействует по причине прекращения деятельности сельхозпредприятий, производительность систем уменьшилась, увеличилось число аварий на водоводах, а следовательно повысилась себестоимость 1 м<sup>3</sup> подаваемой воды.

В настоящее время на территории Брянской области в сельской местности нуждаются в замене 1512 км водопроводных сетей или 38 % ко всему протяжению, в то время как новых водопроводных сетей в 2012 году введено всего 75,4 км или около 1% к действующим.

Традиционная система подачи воды в сельской местности, как правило, включает водозаборное сооружение, которым является артезианская скважина, насосные станции первого и второго подъемов, водонапорная башня и сеть распределительных трубопроводов с колодцами и водоразборными колонками.

Такой состав системы необходим, как для большого так и для малого села и может отличаться, только количеством и мощностью насосов.

Себестоимость подачи воды такой системой при малой численности жителей (менее 300 человек и КРС 50 голов) очень высокая до 51 руб./м<sup>3</sup>, при среднем тарифе на воду 18-20 руб./м<sup>3</sup>.

Строительство новых систем сельскохозяйственного водоснабжения и реконструкция действующих в первую очередь сдерживается по причине их большой стоимости (несколько десятков миллионов рублей) и низких доходов от водоснабжения.

В этой ситуации еще на стадии инженерных изысканий и ТЭО необходимо рассматривать несколько вариантов оценки возможных способов обеспечения сельских жителей водой. Одним из них является метод субъективной оценки (МСО), позволяющий выявить предпочтения сельских жителей в отношении обеспечения их качественным водоснабжением.

В общем случае МСО используется, как один из видов анализа рынков для управления проектированием систем и установления тарифных ставок.

Этот метод включает прямой опрос потребителей с целью выявления их реакции на определённые ситуации, т.е. показывает готовность или не готовность респондентов заплатить, чем обходится без какого-либо блага.

Использование МСО позволит ведомствам, отвечающим за во-

доснабжение, найти более приемлемые способы обеспечения сельских жителей питьевой водой.

### **Литература:**

1. Жилищно-коммунальной хозяйство Брянской области. Стат. Сборник/Брянскстат, 2013, с. 54-55;
2. Д.Диксон, Л.Скура, Р.Карпенгер, П.Шерман. Экономический анализ воздействия на окружающую среду/Перевод с англ. А.Н.Сальникова, С.С.Шальпиной. ООО Издательство «Вита-Пресс, 2000.

УДК 621.4

*ст. преподаватель, Е.В. Зеленухо,  
Белорусский национальный технический университет, г. Минск*

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВТОРИЧНЫХ ТОПЛИВНЫХ РЕСУРСОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЭНЕРГИИ**

В условиях ограниченности ресурсного потенциала одной из стратегических задач развития энергетики Республики Беларусь является повышение эффективности использования топливно-энергетических ресурсов, а также оптимизация топливного баланса путем замещения импортируемых видов топлива местными энергоресурсами.

В связи с этим в работе проведен сравнительный анализ эффективности использования для производства энергии вторичных топливных ресурсов, в виде сырьевого отхода торфа различной фракции, образующегося в ходе производства топливных брикетов, отходов древесины и льнокостры.

Качество любого твердого топлива в значительной степени определяется его химическим составом, а точнее соотношением горючей и негорючей части. К горючей части относят углерод, водород и серу; негорючая определяется содержанием кислорода, азота, а также зольностью и влажностью топлива. Химический состав, в свою очередь, обуславливает теплотворную способность топлива. В этой связи, анализ эксплуатационных свойств отсева

фрезерного торфа, отходов древесины и льнокостры в качестве горючего твердого топлива основан на комплексном определении данных характеристик.

Определение общей теплотворности при сжигании топлива ( $H_0$ , Дж/г) проводилось в бомбовом калориметре IKA WERKE C2000 (Германия). Калориметрический эксперимент по сгоранию топлива происходит в измерительной камере, состоящей из внутреннего сосуда; мешалки, обеспечивающей равномерное распределение тепла во внутреннем сосуде; водяного цикла с нагревающим элементом для выравнивания температуры и автозаполнения внутреннего сосуда; температурного датчика для регистрации значений эксперимента; прибора подачи кислорода в сосуд разложения. При проведении эксперимента сосуд разложения с образцом погружается во внутренний сосуд. Для оптимизации процесса горения в сосуд разложения поступает чистый кислород до заданного давления (30 бар). Внутренний сосуд заполняется водой рабочей температуры 25-30 °С, которая поддерживается в постоянном движении магнитной мешалкой. Образец топлива зажигается посредством электричества от хлопковой нити, зафиксированной на зажигательной проволоке. Измеряется возрастание температуры в калориметрической системе (т.е. воды во внутреннем сосуде измерительной камеры). Фазы измерительного прибора отслеживаются с помощью измерительной программы. Далее вычисляется общая теплотворность образца исходя из значений веса образца, теплоемкости калориметрической системы и возрастания температуры воды в сосуде измерительной камеры. При этом вводится поправка на тепловую энергию, образованную не от измеряемого образца (внешняя энергия электрического зажигания и теплота сгорания хлопковой нити). Результаты исследований приведены в таблице 1.

Измерения общей влажности и зольности анализируемых образцов проводились на термогравиметрическом анализаторе TGA701 фирмы LECO (США). Съемка проводилась по установленной программе с чередованием окислительной (кислородной) и инертной (азотной) сред. Полученные средние результаты нескольких параллельных измерений каждой пробы приведены в таблице 2.

Анализ полученных результатов показал, что расчетное значение зольности фрезерного торфа на сухое состояние составляет соответственно около 16,8, 15,6 и 10 для мелкой, средней и крупной фракции, а также 0,29 и около 6% для древесных опилок и льнокостры. Наибольшее

значение зольности на сухое состояние характерно для сушенки фрезерного торфа мелкой фракции.

*Таблица 1*

Результаты определения общей теплотворности проб

Проба	Масса навески, г	H <sub>o</sub> , Дж/г
Фрезерный торф (мелкая фракция <7мм)	0,999	15 666
Фрезерный торф (средняя фракция 7-10 мм)	1,035	15 888
Фрезерный торф (крупная фракция >10 мм)	0,492	15 959
Древесные опилки	0,437	19 135
Льнокостра	0,343	18 430

*Таблица 2*

Результаты определения общей влажности и зольности

Проба	Общая влажность, %	Зольность на сухое состояние, %
Фрезерный торф (мелкая фракция <7мм)	10,50	16,76
Фрезерный торф (средняя фракция 7-10 мм)	34,15	15,56
Фрезерный торф (крупная фракция >10 мм)	40,30	10,05
Сушенка фрезерного торфа мелкой фракции	37,7	25,7
Древесные опилки	6,37	0,29
Льнокостра	7,17	5,99

Результаты исследования химического состава анализируемых проб, выполненных на анализаторе «CHN628» фирмы LECO(США) представлены в таблице 3.

Таблица 3

Результаты определения содержания углерода С, водорода Н, азота N и серы S в анализируемых образцах

Проба	Содержание, %			
	С	Н	N	S
Фрезерный торф (мелкая фракция <7мм)	45,5	5,17	3,12	0,12
Фрезерный торф (средняя фракция 7-10 мм)	55,3	6,16	3,45	0,27
Фрезерный торф (крупная фракция >10 мм)	58,59	5,57	3,81	0,24
Сушенка фрезерного торфа мел- кой фракции	53,6	4,48	3,49	0,11
Древесные опилки	51,3	6,94	0,07	0
Льнокостра	48,4	6,95	0,73	0,01

Сравнительный анализ результатов комплексного исследования эксплуатационно-топливных характеристик проб отсева фрезерного торфа различных фракций, древесных опилок и льнокостры показал, что наиболее эффективным является применение на производстве в качестве твердого горючего топлива отсев торфа крупной фракции, древесных опилок и льнокостры. Это обусловлено их высокой теплотворной способностью, наибольшим суммарным содержанием горючих элементов и наименьшей зольностью на сухое состояние.

УДК 621.762.227

*к.т.н., доцент, Капошко Д.А.,  
ст. преподаватель, Воронин А.А.,  
ассистент Зимин С.А.,  
Брянская ГСХА*

### **ОБЗОР СПОСОБОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И УПРОЧНЕНИЯ ДИСКОВЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН**

Рабочие органы почвообрабатывающих машин эксплуатируются в абразивной почвенной среде и интенсивно изнашиваются, изменяя свою форму и размеры, поэтому их приходится часто заменять или ремонтировать. Особенно это относится к лемешному плугу, с помощью которого выполняется, по словам В.П. Горячкина, «...

самая важная, самая тяжелая и самая непроизводительная из всех сельскохозяйственных работ».

В настоящее время для основной обработки почвы - пахоты используются рабочие органы, конструкционные параметры которых были разработаны 40...50 лет назад. И если в 60-х годах прошлого века скорости вспашки составляли в пределах 5 км/ч, сегодня они составляют 8... 10 км/ч. Учитывая, что к настоящему времени значительно возросла масса уборочных машин, что повлекло за собой повышение уплотняемости почв, нагрузки на рабочие органы пахотных агрегатов возросли примерно в 4 раза, хотя сами рабочие органы не изменились ни конструкционно, ни материаловедчески.

Все это свидетельствует о том, что долговечность рабочих органов почвообрабатывающих машин не достаточна.

Диски изготавливают из сталей 65Г и 70Г диаметрами 450 мм для луцильников и дисковых борон со сплошными дисками и 660 мм для тяжелых дисковых борон с вырезными дисками. Затачивают диски с наружной, выпуклой стороны. Диски, предназначенные для работы на твердых почвах, затачивают с внутренней стороны. Угол затачивания принимают равным  $50^\circ$ . Толщина лезвия режущей кромки диска 0,1 ...0,5 мм на расстоянии 0,5 мм от кромки.

Основные дефекты дисков: затупление лезвия; износ квадратных отверстий; износ по диаметру. У изношенного вырезного диска тяжелых борон предельный диаметр по вершине зубцов 530 мм, у сплошных дисков борон и луцильников — 350 мм.

Дисковый рабочий орган работает в агрессивной среде и воспринимает значительные динамические нагрузки. Во время работы дисковых орудий на диск оказывают воздействие абразивные частицы почвы, что способствует быстрому износу ее рабочей поверхности.

На многих предприятиях применяется способ получения биметаллических рабочих органов индукционной наплавкой твердых сплавов (сормайт-1, ПС-5 и др.) токами высокой частоты по методу НИИТМа. Вместе с тем для рабочих органов сложной формы с большой протяженностью упрочняемой поверхности и подвергающихся последующей штамповке наплавка т.в.ч. находит ограниченное применение.

В частности, кузнецким металлургическим комбинатом совместно с ЦНИИЧЕРМЕТОМ и ВИСХОМОМ разработана технология производства двухслойной полосы фасонного профиля для самозатачивающихся плужных лемехов. Однако в процессе изготовления биметаллического проката пока еще не удается избежать таких дефектов, как неравномерность толщины плакирующего слоя в готовой

полосе и расслоение полосы на отдельных участках. Из-за значительных потерь в производстве себестоимость двухслойного проката очень высока, и его применение часто нецелесообразно.

В Ростовском НИИТМе в 1965...1967 гг. разработан и испытан новый способ плакирования рабочих органов с помощью контактной сварки.

Плакировали дисковые сферические ножи луцильников ЛД-10 диаметром 450 мм и толщиной 4 мм из стали 65Г, а также заготовки из полосы стали 65Г толщиной 6 мм и шириной 50 мм для последующего изготовления различных рабочих органов. Для плакирования использовали выпускаемую промышленностью ленту и специально изготовленные пластины из сталей Х6ВФ, Х12Ф1, Р9, У10А размерами 0,6×14,0 мм, 0,8×15,0 мм и 0,8×50,0 мм.

Перед плакированием режущие кромки дисков и заготовки очищали от окалины травлением в кислоте с последующей промывкой и сушкой.

Изучали несколько схем плакирования: непрерывную контактную роликовую сварку ленты и основы на машинах с одной парой роликов, шаговую сварку с подачей под сварку перфорированных пластин для получения зубчатых рабочих органов, роликовую сварку двумя парами роликов для сварки и последующей термообработки сварного соединения.

Плакирование дисков луцильников производили широким роликом (16...20 мм) на серийных роликовых машинах МШП-200 и МШПР 300/1200 с инитронным прерывателем ПИШ-200-4 с некоторыми изменениями в электрической схеме прерывателя и механизма давления машины. Исследовали также возможность плакирования с использованием конденсаторной сварки и диффузионной сварки в контролируемой атмосфере. Наиболее удовлетворительные результаты были получены при непрерывной контактной сварке одной парой широких роликов.

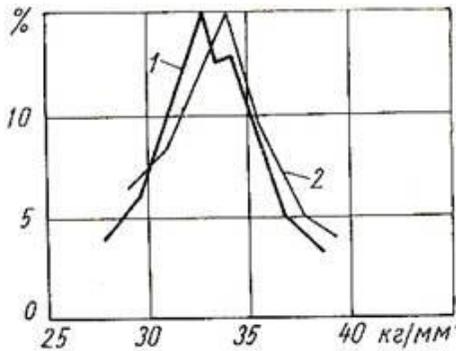
Сваренные образцы подвергали металлографическому и рентгеноструктурному анализу, измеряли микротвердость по зонам соединения на приборе ПМТ-3.

Прочность соединения оценивали при испытании на изгиб (плакирующим слоем наружу и внутрь), а также путем его испытания на срез по плоскости соединения на специально сконструированном штампе. Полученные результаты свидетельствуют о достаточной прочности соединения. Расслоения металла или других дефектов при испытании на изгиб не наблюдалось.

Стабильность качества сварного соединения определяли раз-

рушением образцов, вырезанных из плакированного диска, а также испытывали каждый девятый диск опытной партии. В настоящее время разрабатывается методика, позволяющая оценивать качество сварного соединения без разрушения.

Для сравнения прочностных характеристик промышленного биметалла и плакированных дисков провели испытания на срез, которые показали, что изделия, плакированные лентой, обладают достаточно высокими механическими свойствами (рисунок 3.1). Аналогичные испытания проводили на образцах, вырезанных из плакированных дисков и заготовок.



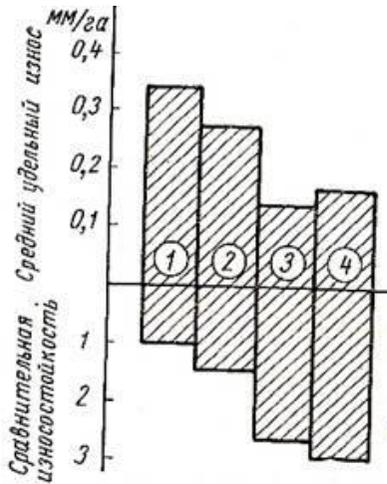
1 - двухслойный прокат; 2 – сварная заготовка

Рисунок 3.1 - Частотные характеристики сравнительных испытаний на срез двухслойного проката композиции из сталей Х6Ф1, Л53 и сварного биметалла из сталей Х6ВФ, 65Г.

В процессе эксплуатационного износа композитной пары необходимо сохранение механических свойств ленты и основы на всю глубину слоя. Для обеспечения этого требования был найден режим сварки, исключающий образование литой зоны при достаточной прочности соединения и обеспечивающий равномерную закалку после сварки.

Изучение микроструктуры и микротвердости для соединения сталей Х6ВФ и 65Г показало, что в этом соединении имеется ровная граница. Металл основы состоит из плотного сорбитообразного и частично мелкопластинчатого перлита. В структуре приваренной ленты имеются легированный аустенит, бесструктурный мартенсит и карбидная фаза; её твердость равна HRC 56...60.

В 1967 г. были проведены сравнительные полевые испытания дисковых рабочих органов в условиях опытного хозяйства ВНИИМЭСХ на стандартных дисках, наплавленных сормайтом, и дисках, упрочненных приваркой ленты из различных сталей. Упрочненные диски устанавливали отдельными батареями совместно с одним контрольным диском. Результаты испытаний представлены на рисунке 3.2. Испытания показали, что износостойкость дисков, упрочненных лентами, в 2...3 раза выше, чем стандартных, наплавленных сормайтом. Наиболее высокую износостойкость показали диски, упрочненные лентой из сталей Р9 и Х6ВФ. Учитывая, что лента из стали Х6ВФ на 20% дешевле ленты из Р9, представляется более целесообразным использовать ленту из Х6ВФ.



- 1 – стандартный диск (наплавленный сормайтом);  
2 – диск с приваренной лентой из стали У10А; 3 – то же из стали Х6ВФ; 4 – то же, из стали Р9

Рисунок 3.2 Сравнительная износостойкость стандартного закаленного диска и дисков, упрочненных различными методами

Также режущие поверхности можно упрочнять дуговой наплавкой твердыми сплавами, что в значительной мере увеличит их ресурс.

В новых условиях хозяйствования необходимо увеличить темпы перевооружения сельского хозяйства, перерабатывающих произ-

водств и других отраслей АПК. В связи с этим важное значение имеет повышение качества и надежности выпускаемых машин, условий их технического обслуживания и ремонта, включающие организацию и проектирование ремонтно-обслуживающих предприятий.

Однако с ростом стоимости техники существенно растут затраты на ее ремонт. Следовательно встает задача снижения этих затрат за счет:

- повышения качества и надежности изготовления и ремонта машин;
- предотвращение износов и отказов машин на основе использования методов диагностирования и технического обслуживания непосредственно в местах эксплуатации машин.

В связи с тем, что детали почвообрабатывающих машин зачастую имеют очень высокую стоимость, необходима разработка технологических процессов упрочнения, которые позволят сократить затраты на ремонт, а также увеличить сроки службы.

### **Литература**

1. Сельскохозяйственные машины. Практикум / Под ред. П. Тарасенко -М.: Колос, 2000.
2. Любимов А.И., Воцкий З.И., Бледных В.В., Рахимов Р.Р. Практикум по сельскохозяйственным машинам. - М: Колос, 1997.
3. Нартов П.С. Дисковые почвообрабатывающие орудия. - Воронеж: Издательство Воронежского университета, 1972.
4. Стрельбицкий В.Ф. Дисковые почвообрабатывающие машины. - М: Колос, 1978.
5. Булавин С.А., Рыжков А.В. Сельскохозяйственные машины. Методические указания для выполнения практических работ. - Белгород.: Издательство Белгородской ГСХА, 2007.
6. <http://www.agrohimmash.ru/>
7. Ткачев В.Н. Износ и повышение долговечности рабочих органов почвообрабатывающих машин. «Машиностроение», 1964.
8. Голованенко С.А. и Меандров Л.В. Производство биметаллов. Металлургия, 1966.
9. Производство биметаллов. Сборник трудов Института качественных сталей. Вып. 42. «Металлургия», 1965.
10. <http://findpatent.ru/>

УДК 539.319

к. ф-м. н., доцент Комогорцев В.Ф.,  
Брянская ГСХА

### ИЗГИБ ОДНОРОДНОЙ КОЛЬЦЕВОЙ БАЛКИ ПРОИЗВОЛЬНОЙ САМОУРАВНОВЕШЕННОЙ НАГРУЗКОЙ

В данной работе исследуется вопрос о прочности изгибаемой тонкостенной кольцевой балки постоянного поперечного сечения, когда к ней приложена произвольная нормальная самоуравновешенная нагрузка  $p(\varphi)$  ( $-\pi \leq \varphi \leq \pi$ ), симметричная относительно одного из диаметров кольца (относительно оси  $ox$ , рис.1).

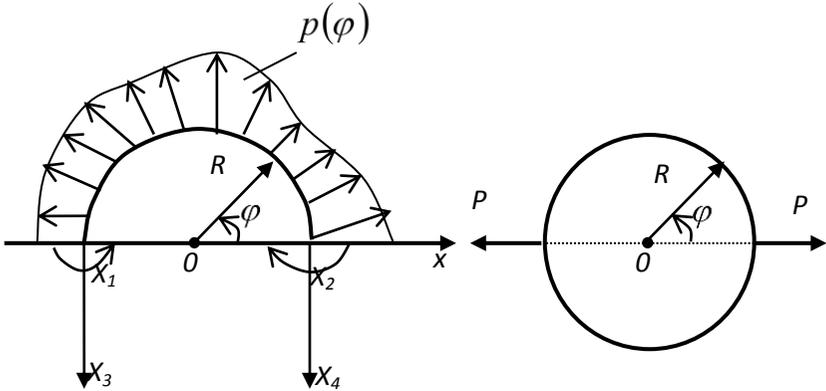


Рис. 1

Рис. 2

Частный случай такой задачи, когда кольцо изгибается двумя диаметрально противоположными сосредоточенными силами  $P$  (рис.2), рассмотрен в [1].

Пусть  $R$  - радиус срединной линии кольца. И пусть  $\{X_1, X_2, X_3, X_4\}$  - силовые факторы на концах диаметра кольца. Это  $\{X_3, X_4\}$  - нормальные растягивающие или сжимающие силы в поперечных сечениях кольца, и  $\{X_1, X_2\}$  - изгибающие моменты

в этих сечениях. Раскрывая методом сил [2] статическую неопределенность кольца, получим для  $X_i$  (выкладки опускаем):

$$\begin{aligned} X_1 &= \frac{R^2}{\pi}(A - C); & X_2 &= \frac{R^2}{\pi}(A - B + C); \\ X_3 &= \frac{R}{\pi}C; & X_4 &= \frac{R}{\pi}(B - C) \end{aligned} \quad (1)$$

Здесь

$$\begin{aligned} A &= \int_0^{\pi} p(\varphi) d\varphi; & B &= \pi \int_0^{\pi} p(\varphi) \sin \varphi d\varphi; \\ C &= \int_0^{\pi} \varphi p(\varphi) \sin \varphi d\varphi \end{aligned} \quad (2)$$

Зная силовые факторы  $X_i$ , определяем изгибающий момент  $M(\varphi)$  в сечениях кольца (считаем его положительным, если он работает на разгиб кольца):

$$\begin{aligned} M(\varphi) &= \frac{R^2}{\pi} \left[ -A + (B - C) \cos \varphi + \pi \int_0^{\varphi} \sin(\varphi - \alpha) p(\alpha) d\alpha \right] \\ & \quad ((0 \leq \varphi \leq \pi)) \end{aligned} \quad (3)$$

Как известно, основным параметром, характеризующим прочность любой изгибаемой балки, является величина растягивающих (разрывающих) деформаций, возникающих на её поверхности. В случае разгиба кольца – на его внутренней поверхности. А в случае сгиба – на внешней. И эта деформация находится по известной [2] формуле:

$$\varepsilon(\varphi) = \frac{\sigma(\varphi)}{E} = \frac{M(\varphi)}{EW} \quad (0 \leq \varphi \leq \pi), \quad (4)$$

Здесь  $E$  - модуль упругости материала изгибаемой балки, а  $W$  - момент сопротивления поперечного сечения балки при её изгибе. Для балки, поперечным сечением которой является прямоугольник с шириной  $b$  и высотой  $h$ ,

$$W = \frac{bh^2}{6} \quad (5)$$

А для балки с круговым поперечным сечением диаметра  $D$

$$W = \frac{\pi D^3}{32} \quad (6)$$

В порядке численной реализации приведенных выше формул рассмотрим два характерных частных случая нагружения балки.

1. Пусть

$$p(\varphi) = p = const \quad (-\pi \leq \varphi \leq \pi). \quad (7)$$

То есть кольцо подвергается равномерной растягивающей нагрузке. Тогда, согласно [1] и [2],

$$\begin{aligned} A &= \pi P; & B &= 2\pi P; & C &= \pi P; \\ X_1 &= 0; & X_2 &= 0; & X_3 &= pR; & X_4 &= pR; \\ M(\varphi) &\equiv 0; & \varepsilon(\varphi) &\equiv 0 \quad (-\pi \leq \varphi \leq \pi) \end{aligned} \quad (8)$$

То есть кольцо в этом случае не изгибается а, следовательно, и не деформируется. И это совершенно очевидно.

2. Пусть

$$p(\varphi) = \frac{P}{2R} [\delta(\varphi) + \delta(\varphi - \pi)] \quad (0 \leq \varphi \leq \pi), \quad (9)$$

где  $\delta(\varphi)$  - дельта-функция Дирака. Такая нагрузка на кольцо соответствует рисунку 2. В этом случае

$$\begin{aligned} A &= \frac{P}{R}; \quad B = 0; \quad C = 0; \\ X_1 &= \frac{PR}{\pi}; \quad X_2 = \frac{PR}{\pi}; \quad X_3 = 0; \quad X_4 = 0; \quad (10) \\ M(\varphi) &= \frac{PR}{\pi} \left( \frac{\pi}{2} \sin \varphi - 1 \right) \quad (0 \leq \varphi \leq \pi) \\ \varepsilon(\varphi) &= \frac{PR}{\pi EW} \left( \frac{\pi}{2} \sin \varphi - 1 \right) \quad (0 \leq \varphi \leq \pi) \end{aligned}$$

Как свидетельствует последние две формулы (10), максимальный положительный (разгибающий кольцо) момент  $M(\varphi)$  будет иметь место при  $\varphi = \frac{\pi}{2}$  (а, значит, и при  $\varphi = -\frac{\pi}{2}$ ), то есть на концах вертикального диаметра кольца. В этих же сечениях  $\varphi = \pm \frac{\pi}{2}$  будут максимальными и растягивающие деформации  $\varepsilon(\varphi)$  (они будут иметь место на внутренней стороне кольца). А на концах горизонтального диаметра кольца, то есть в точках приложения сосредоточенных сил  $P$ , максимальным по абсолютной величине будет отрицательный момент  $M(\varphi)$ , сгибающий кольцо. И в этих же точках будут максимальными деформации  $\varepsilon(\varphi)$ , растягивающие внешнюю сторону кольца. И они, как следует из последней формулы (10), больше, а значит и опаснее, чем максимальные растягивающие деформации на внутренней стороне кольца.

$$\text{При } \varphi = \arcsin\left(\frac{2}{\pi}\right) \approx 39^{\circ},5$$

$$\text{и } \varphi = \pi - \arcsin\left(\frac{2}{\pi}\right) \approx 140^{\circ},5$$

получаем  $\varepsilon(\varphi) = 0$ . Это те точки на верхней полуокружности, в которых происходит переход от сгиба кольца к его разгибу. В этих точках изгибная деформация кольца отсутствует. Это наиболее безопасные для прочности кольца точки.

### **Литература**

1. Тимошенко С.П. Курс теории упругости. Киев, «Наук. думка», 1972.
2. Феодосьев В.И. Соппротивление материалов. – М.: Наука, 1972.

УДК 556

*ст. преподаватель, Кровопускова В.Н.,  
ст. преподаватель, Каничева Н.В.  
Брянская ГСХА*

## **ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОРАДАРОВ ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ**

Обследования гидротехнических сооружений на водоемах Орловской и Брянской областей показали, что в ряде случаев их эффективность, эксплуатационные качества и надежность недостаточны. Дефекты внутреннего характера, приводящие к нарушению нормального функционирования ГТС, являются наиболее частыми.

Преобладающими аварийными дефектами являются полное разрушение отдельных элементов сооружений, образование дефектов, нарушающих нормальную работу конструкции сооружения, нарушение стыковых соединений, а также разрушение зон оснований, замковой части.

Опасными дефектами, вызывающими ухудшение эксплуатационных свойств в элементах конструкции гидротехнических сооружений, являются образующиеся трещины, размеры которых превышают предельно допустимые значения, установленные СНиП, разрывы и проломы стенок в различных зонах, сдвигка и просадка элементов относительно друг друга, отслоение защитного слоя бетона, коррозия бетона и арматуры в виде высолов и ржавых потеков.

Перед появлением видимых разрушений внутри сооружений протекают скрытые процессы (образование пустот, заиливание дренирующих слоев, переувлажнение грунта земляного полотна, инфильтрация грунтовых вод и т.п.), своевременное выявление которых позволило бы вовремя принимать соответствующие меры.

В настоящее время в условиях ограничения средств на диагностику технического состояния ГТС для последующего планирования ремонта и реконструкции особую актуальность приобретают эконо-

мичные и мобильные методы обследований, основанные на использовании приборов неразрушающего контроля. В России подобные приборы широко применяются, например, в геофизике.

С начала двухтысячных годов во многих отраслях страны накоплен ценный опыт по практическому применению различных конструкций георадаров. На основе анализа литературы получены представления об основных требованиях, которые должны предъявляться к техническим характеристикам таких приборов. По сопоставительным испытаниям георадаров, применяемых в России, разработаны рекомендации по выбору приборов и разработке методики обследования ГТС.

### **Принципы выбора георадаров для решения различных задач**

Для комплексного обследования ГТС требуются георадары с различными типами антенн, работающих на разных частотах. Частотные характеристики антенн должны быть приведены в паспорте на георадар, при этом обязательно указывается центральная частота, на которой работает антенна в воздухе. При наличии данных для других сред, должны указываться их название и диэлектрическая проницаемость. Измерения необходимо выполнять в соответствии с инструкцией по эксплуатации применяемой конструкции георадара.

Ведущими зарубежными фирмами, занимающимися производством георадаров, являются GSSI (Нью Гемпшир, США), Sensor and Software Inc. (Канада), Era Technology (Великобритания), Mala (Швеция), Radar Systems (Латвия), OYO corporation (Zgjbz) и Geozondas (Литва).

Компания GSSI выпускает георадары с маркировкой Sir systems с модификациями Sir systems -2, -2P, -3, 3R, 3I, -10A, - 10H, - 10B, 2000 и т.д.

Компания Sensor and Software производит новейшие георадарные системы ЕККО и Noggin различных модификаций.

Компания Radar Systems производит георадары «Зонд» различных модификаций. В настоящее время выпускает георадар «Зонд-12с» с набором различных антенных блоков.

В России, для решения задач инженерно-строительной отрасли, наиболее известны георадары серий «ОКО», «ЗОНД», «ПРОТ» и «ДРЛ». Характеристики георадаров «ОКО» представлены в табл.1.

Принцип действия георадара основан на методе радиолокации: излучение в зондируемую среду электромагнитных импульсов и регистрация отражённых сигналов от неоднородностей и объектов в

толще среды. Подобный метод является методом неразрушающего исследования и контроля.

Частота зондирующего импульса георадара лежит в пределах от 25 МГц до 3 ГГц, длины волн в исследуемых средах лежат в пределах от первых сантиметров до нескольких метров. Разрешающая способность георадарных исследований по глубине – не хуже половины длины волны и может быть улучшена в процессе математической обработки полевого материала.

Таблица 1 - Технические характеристики георадаров «ОКО» (с контактными антеннами со скоростью движения при измерении – до 20 км/ч)

Антенный блок	Параметры георадара		
	центральная частота, МГц	глубина зондирования, м	разрешающая способность, м
АБД	25-100	30	0,5-2,0
АБ-150	150	12	0,35
АБ-250	250	8	0,25
АБ-400	400	5	0,17
АБ-500	500	4	0,12
АБ-700	700	3	0,1
АБ-900	900	2	0,07
АБ-1200	1200	1	0,05

Глубинность георадарных исследований зависит от частоты зондирующего импульса и составляет около 25 метров в "лёгких" для георадиолокации грунтах с диэлектрической проницаемостью 3-6 и удельным затуханием 1-2 дБ/метр (сухие песок, известняк, скальные породы, мёрзлый грунт). В суглинистых грунтах глубинность исследования снижается. Глубинность исследований можно существенно повысить, применяя в ходе обработки полевого материала специализированные компьютерные алгоритмы распознавания полезных сигналов в области шумов радарограммы.

Обычно георадар включает в себя нескольких антенных блоков, имеющих различные центральные частоты зондирующих импульсов (рис.1).



Рис. 1. Георадар "ОКО-2" с различными антенными блоками и с блоком регистрации сигналов.

### Поиск дефектов в строительных конструкциях

Фрагмент результатов обследования состояния фундамента шахтного водосброса показан на рис.2.

Траектория перемещения антенного блока показана красной стрелкой. На поверхности фундамента хорошо видны обнаруженные с помощью георадара и вскрытые крупные воздушные полости в толще бетона.

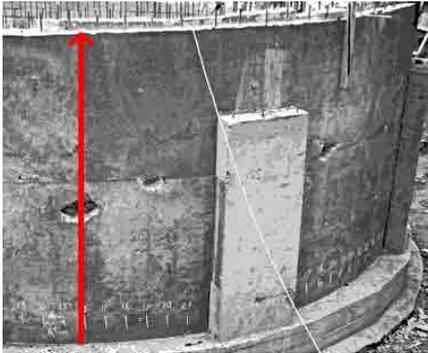


Рис.2. Внешний вид исследуемого фундамента шахтного водосброса.

Радарограмма (рис.3) обработана с целью выделения пустот в толще фундамента, образовавшихся вследствие некачественной утрамбовки раствора. Подобные дефекты соответствуют положению светлых областей на радарограмме.

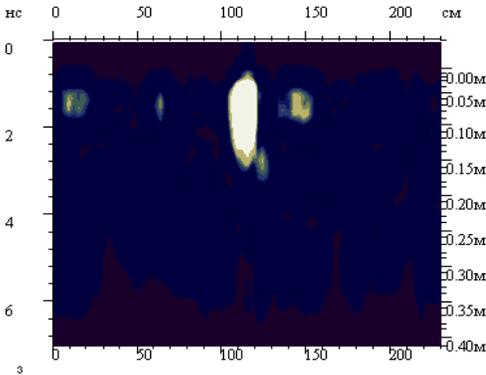


Рис.3. Радарограмма исследуемого фундамента

**Выводы:**

Техническое состояние гидротехнических сооружений при проведении эксплуатационного мониторинга определяется с применением приборов неразрушающего контроля на основе выявления таких факторов, как:

- геометрические размеры конструкций и их сечений;
- наличие трещин, а также отколов и разрушений;
- количественные параметры прогибов и деформаций конструкций;
- фактические значения сцепления арматуры с бетоном после длительной эксплуатации элементов сооружения;
- наличие разрыва арматуры;
- степень коррозии бетона и арматуры.

Однако, как показывает практика, для использования приборов неразрушающего контроля на ГТС необходима разработка методических рекомендаций по применению георадаров для обследования сооружений.

Методические рекомендации должны содержать информацию по установке начальных параметров перед измерениями, возможных режимах работы георадара и записи радарограмм. Обязательны рекомендации по обработке и интерпретации результатов измерений, рассмотрены основные принципы интерпретации радарограмм. Необходимо рекомендовать состав бригады по обследованию ГТС и определить основные правила техники безопасности при работе с георадарами.

При проведении эксплуатационного мониторинга технического состояния длительно эксплуатируемых гидротехнических сооружений неразрушающими методами контроля оперативно, без дополни-

тельных повреждений можно получить объективную оценку их технического состояния и обосновать параметры дефектов и повреждений, которые нельзя установить при визуальном осмотре.

### **Литература**

1. Кровопускова В.Н. Анализ дефектов гидросооружений с большим сроком эксплуатации. Проблемы энергетики и природопользования. Материалы научно-практической конференции. Брянск: изд.Брянской ГСХА, 2007.-160 с.

2. Аксенов С.Г. Проблемы декларирования безопасности гидротехнических сооружений // Гидротехническое строительство. – М., 2001. №7. С.46-50.

3. М.А. Бандурин, Я.В. Волосухин.

**Проведение эксплуатационного мониторинга технического состояния гидротехнических сооружений с применением неразрушающих методов контроля**//Электронный журнал. Предотвращение аварий зданий и сооружений.М., 2010.

УДК 631.3.004.67:621.35.035.4

*д.т.н., доцент, Кроштору Д.В.,  
АНМ ИПФ, республика Молдова,  
д.т.н., профессор, Гурьянов Г.В.,  
д.т.н., доцент, Кисель Ю.Е.,  
Брянская ГСХА,  
инженер, Лякова А.В.,  
Брянская ГИТА*

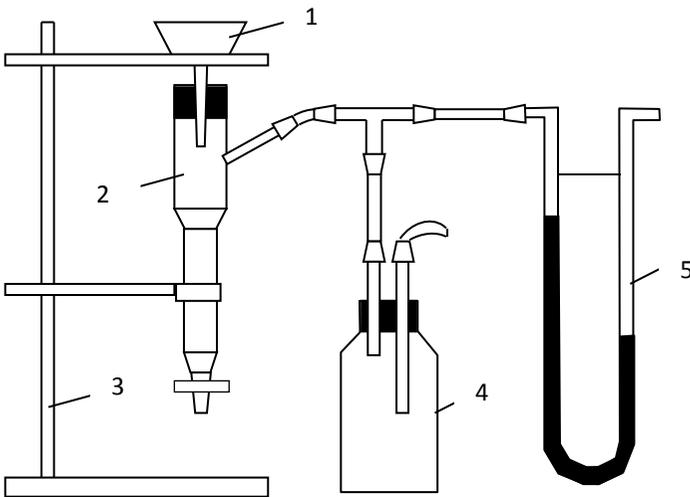
### **ЭКСПРЕСС-МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАВ ДЛЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ**

*Разработан экспресс-метод определения смачивающих ПАВ для полимерных дисперсных фаз в электролитах-суспензиях для получения полимернометаллических композиционных электрохимических покрытий для восстановления и упрочнения деталей машин*

**Введение.** Для формирования качественных композиционных электрохимических покрытий (КЭП) с включением дисперсных частиц (ДФ) из электролитов-суспензий (ЭС) необходимо подбирать поверхностно активные вещества (ПАВ), обеспечивающие их смачивание. Для этого используют методики, которые имеют ряд своих недостатков [1-3].

Поэтому целью работы было разработать наиболее простую экспресс-методику, которую можно применять в производстве и научных исследованиях.

**Методика исследований.** Экспресс-метод определения ПАВ основан на оценке скорости рефилтрации дисперсной среды через слой ДФ, образующейся на поверхности фильтра при фильтрации суспензии. Чем больше флокулирована ДФ и рыхлее осадок, тем выше скорость рефилтрации. Высокодисперсный осадок получается более плотным, соответственно, скорость рефилтрации уменьшается.



1 – воронка с фильтром; 2 – цилиндр с бюреткой;  
3 – штатив; 4 – бутылка; 5 – вакуумметр

Рисунок 1 – Схема рефилтрационной установки

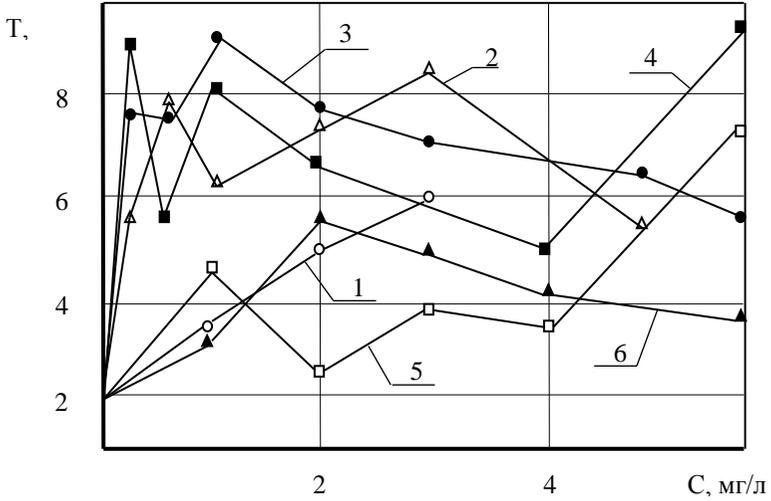
Рефилтрация выполнялась на установке, состоящей из рефилтрационной колонки (2) на штативе (3), промежуточного сосуда (4) и вакуумметра (5) (рисунок 1). В воронку (1) колонки укладывали кружок фильтровальной бумаги, который затем смачивали дистиллированной водой и тщательно утрамбовывали края бумаги стеклянной палочкой с резиновым наконечником. В колбе приготавливали 100 см<sup>3</sup> суспензии из дистиллированной воды, электролита, стабилизато-

ра и исследуемого порошка. Концентрация суспензии принимается в зависимости от требуемой толщины слоя на фильтре 1...5 %. Для образования равномерного слоя на фильтре диаметром 7 см обычно достаточно 2...5 г навески порошка. Равномерность слоя контролировали визуально. Величину разряжения при измерении скорости рефилтрации принимали, исходя из желаемой продолжительности опыта при заданном объеме фильтруемой среды. По результатам опыта строили графики зависимости скорости рефилтрации суспензии ( $T$ , сек) в зависимости от концентрации стабилизатора ( $C$ , мг/л). Поскольку скорость рефилтрации зависит от длительности перемешивания суспензии, каждая серия опытов выполнялась при постоянных режиме и длительности перемешивания суспензии.

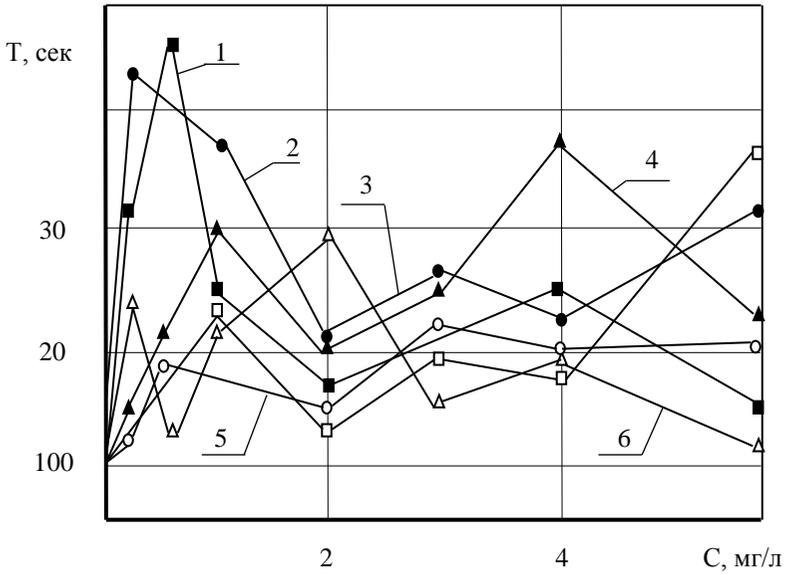
**Результаты исследований и их обсуждение.** Анализ смачивающих и стабилизирующих ПАВ методом рефилтрации показал его высокую эффективность и простоту при высокой воспроизводимости результатов.

Для стабилизации полимерных порошков поливинилхлорида С-7058, капрона, пенопласта были проверены 1% растворы ПАВ: сульфанола, синтанола ДС-10, «Прогресса», ОП-3, ОП-4, ОП-10. Исследования показали, что максимальное время рефилтрации достигалось при незначительной концентрации указанных ПАВ в электролите (0,1...0,3 мл/л).

При этом наилучшим стабилизирующим действием для капрона обладали ОП-7 и синтанол ДС-10, для пентапласта – «Прогресс» и сульфанол, для поливинилхлорида – синтанол, ДС-10 и ОП-7 (рис. 2). С увеличением содержания в электролите ПАВ процессы стабилизации чередовались с сенсibiliзирующим действием ПАВ. Не менее важным оказались и способы подготовки частиц ДФ перед введением в электролит. Из четырех испытанных видов подготовки частиц (предварительная обработка раствором ПАВ; кипячение в воде; кипячение в 10% растворе соляной кислоты; кипячение в растворе азотной кислоты; введение ПАВ в электролит с последующим вакуумированием суспензии) наибольший эффект гидрофиллизации частиц дал последний. Во время электролиза частицы устойчиво держались в объеме электролита, не коагулировали, включаясь в осадок в максимальном количестве (до 4% (масс.) в присутствии ДС-10; 3,3% (масс.) – с сульфанолом; 2,2% (масс.) – с ОП-7) при получении КЭП. Повышение температуры ЭС до 30...35°C, способствуя десорбции ПАВ, приводило к уменьшению включений в КЭП.



а



б

1 – сульфано; 2 – ОП-10; 3 – ДС-10; 4 – ОП-7; 5 – «Прогресс»; 6 – ОП-4  
Рисунок 2 – результаты рефилтративного анализа по выбору оптимальной концентрации стабилизирующих ПАВ для порошков капрона (а) и пентапласта (б)

**Выводы.** Разработан простой легко применимый в условиях лаборатории и производства экспресс-метод, позволяющий определить содержание смачивающих ПАВ и их свойства в растворе ЭС для электроосаждения КЭП. Способ универсален и позволяет получать надежные и воспроизводимые результаты.

### **Литература**

1. Гурьянов Г.В. Электроосаждение износостойких композиций. Кишинев: Штиинца, 1986. 240 с.
2. Машкович Ю.Д. Восстановление посадочных мест деталей сельскохозяйственной техники электрохимическими полимернометаллическими покрытиями. Автореф. канд. дисс. Кишинев, 1991 г.
3. Черновол М.И. Исследование процесса осаждения и свойств электролитических металлополимерных покрытий на основе железа для ремонта автотракторных деталей. Автореф. канд. дисс. Саратов, 1977 г.

УДК 631.305

*ст. преподаватель, Маловастая Е.Ф.,  
Брянская ГСХА.*

## **ОСОБЕННОСТИ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В СЕТЯХ СО СПЕЦИФИЧЕСКИМИ НАГРУЗКАМИ**

В последние годы повышению качества электроэнергии уделяют большое внимание, т.к. качество электроэнергии может существенно влиять на расход электроэнергии, надежность систем электроснабжения, технологический процесс производства.

Компенсация реактивной мощности, как всякое важное техническое мероприятие, может применяться для нескольких различных целей. Во – первых, компенсация реактивной мощности необходима по условию баланса реактивной мощности. Во – вторых, установка компенсирующих устройств применяется для снижения потерь электрической энергии в сети. И, наконец, в – третьих, компенсирующие устройства применяются для регулирования напряжения.

Рациональная компенсация реактивной мощности приводит к снижению потерь мощности из-за перетоков реактивной мощности, обеспечению надлежащего качества потребляемой электроэнергии за счет регулирования и стабилизации уровня напряжений в электросетях, достижению высоких технико-экономических показателей работы электроустановок.

Проблема компенсации реактивной мощности в электрических системах страны имеет большое значение по следующим причинам:

- 1) в промышленном производстве наблюдается опережающий рост потребления реактивной мощности по сравнению с активной;
- 2) в городских электрических сетях возросло потребление реактивной мощности, обусловленное ростом бытовых нагрузок;
- 3) увеличивается потребление реактивной мощности в сельских электрических сетях.

Проблема может быть решена путем создания и промышленного освоения быстродействующих многофункциональных средств компенсации реактивной мощности, улучшающих качество электроэнергии сразу по нескольким параметрам. Внедрение этих устройств приведет также к уменьшению потерь электроэнергии.

Экономное использование электроэнергии приобретает все большее значение, что необходимо учитывать при проектировании и эксплуатации промышленных сетей высокого и низкого напряжения. Анализ потребления электрической энергии промышленными предприятиями показывает, что основными направлениями сокращения потерь электроэнергии в сетях являются компенсация реактивной мощности с одновременным улучшением качества потребляемой электрической энергии непосредственно в сетях промышленных предприятий, увеличение загрузки трансформаторов с целью достижения максимальной эффективности их использования, приближение трансформаторов к приемникам электроэнергии (глубокие вводы), сокращение ступеней трансформации и исключение дополнительного реакторного оборудования, сокращение потерь непосредственно в трансформаторах, внедрение более экономичного силового электрооборудования и источников света, оптимизация режимов работы электрооборудования, реконструкция и перевод сетей на повышенное напряжение, внедрение диспетчерского управления и автоматизированных систем управления электроснабжением и учетом электроэнергии.

Вопросы качества электроэнергии требуют тщательной разработки и изучения происходящих при этом явлений. Особые трудности связаны с отсутствием требуемых измерительных приборов в электрических сетях, а также сложностью и необходимостью изменения методов измерений. Это связано, в частности, с влиянием случайного характера изменений нагрузок, что, в свою очередь, требует применения статистических приборов и соответствующей обработки получаемой информации – использования вероятностно-статистических методов расчета[1].

Применению устройств компенсации реактивной мощности *и мощности искажения* должен предшествовать тщательный технико-экономический анализ в связи с высокой стоимостью и достаточной сложностью этих устройств.

Интенсивное развитие силовой полупроводниковой преобразовательной техники и ее использование в тиристорных электроприводах переменного и постоянного тока, вентильных преобразователях для электротермических и электротехнологических установок различного назначения привело к ухудшению показателей качества электроэнергии.

В условиях возрастающего использования вентильных преобразователей эта проблема сопровождается ощутимым технико-экономическим ущербом. Для ее устранения существует два пути: внешняя и внутренняя компенсация.

Внешняя компенсация основана на применении различных компенсирующих устройств, генерирующих реактивную мощность в сеть – конденсаторных батарей, синхронных компенсаторов, регулируемых и нерегулируемых источников реактивной мощности. К ним относятся также фильтрокомпенсирующие устройства, выполненные на базе реакторов и конденсаторов.

Внутренняя компенсация предполагает уменьшение как потребления реактивной мощности, так и генерации высших гармоник тока посредством изменений в самом преобразователе.

В сетях с повышенным содержанием высших гармоник, генерируемых резкопеременными нелинейными нагрузками с повышенным потреблением реактивной мощности (например, вентильные преобразователи), применение обычных средств компенсации реактивной мощности, рассчитанных на синусоидальные токи и напряжения, наталкивается на серьезные технические трудности.

Расчеты показывают, что установка широко применяемых для компенсации реактивной мощности конденсаторных батарей в системах электроснабжения промышленных предприятий при наличии вентильной нагрузки может оказаться недопустимой.

Поэтому на предприятиях с вентильной нагрузкой вопросы компенсации реактивной мощности до конца не решены.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что в сетях со специфическими нагрузками (к ним относят нелинейные, несимметричные и резкопеременные нагрузки) существуют определенные особенности компенсации реактивной мощности, которые заключаются в следующем:

1. Из-за низкого коэффициента мощности потребителей и резкопеременного характера нагрузки необходимо осуществлять ком-

пенсацию как постоянной, так и переменной составляющей реактивной мощности.

2. Из-за быстрых изменений потребляемой реактивной мощности необходимо применение быстродействующих компенсирующих устройств, способных изменять регулируемую реактивную мощность со скоростью, соответствующей скорости наброса и сброса потребляемой реактивной мощности.

3. Из-за неравномерного потребления реактивной мощности по фазам необходимо и пофазное управление компенсирующими устройствами.

4. Ограничивается применение батарей конденсаторов для компенсации постоянной составляющей реактивной мощности в сети с резкопеременной вентильной нагрузкой. Это обусловлено наличием в сети высших гармоник тока и напряжения при работе нелинейных нагрузок. Высшие гармоники приводят к значительным перегрузкам батарей конденсаторов по току.

В связи с этим применительно к сетям с симметричными и несимметричными нелинейными нагрузками ведутся разработки и изготовление комплектов фильтрокомпенсирующих и фильтросимметрирующих устройств, обеспечивающих одновременно компенсацию дефицита реактивной мощности основной частоты, фильтрацию высших гармонических, компенсацию отклонений и колебаний напряжения, а также симметрирование напряжения сети.

При наличии быстрых и резкопеременных толчков нагрузок становится перспективным применение статических компенсаторов реактивной мощности, обеспечивающих практически возможность безынерционного регулирования реактивной мощности. При этом улучшаются условия статической устойчивости энергосистемы в целом, что обеспечивает дополнительную экономию за счет повышения технико-экономических показателей работы электроустановок.

Статические компенсаторы реактивной мощности являются перспективным средством рациональной компенсации реактивной мощности в силу присущих им положительных свойств, таких, как быстродействующее регулирование, подавление колебаний напряжения, симметрирование нагрузок, отсутствие вращающихся частей, плавность регулирования реактивной мощности, выдаваемой в сеть и т. д. Поэтому в настоящее время уделяется большое внимание их разработке и освоению как в нашей стране, так и за рубежом.

Быстрое развитие мирового производства статических тиристорных компенсаторов определяется их преимуществами по отношению к традиционным средствам компенсации реактивной мощности в решении ряда актуальных задач электроэнергетики.

К числу таких задач относится необходимость компенсации реактивной мощности в местах потребления электроэнергии и на промежуточных подстанциях длинных линий с целью повышения стабильности напряжения у потребителей, снижения потерь в линиях электропередач и сетях электроснабжения потребителей, повышения пропускной способности электропередач.

### **Литература**

1. Идельчик В. И. Электрические системы и сети: Учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 592с.
2. Паули В.К., Воротников Р.А. Компенсация реактивной мощности как эффективнее средство рационального использования электроэнергии // Энергоэксперт -2007. - № 2.
3. Исследование существующих систем распределения электроэнергии напряжением до 1кВ с целью их оптимизации // Промислова електроенергетика та електротехніка. – 2000. – №3.

УДК 631.222.018

*д.т.н., профессор, Маркарянц, Л.М.,  
к.т.н., доцент Безик В.А.,  
ассистент Курдищев Д.В.  
Брянская ГСХА*

### **КЛАССИФИКАЦИЯ НАВОЗООБОРОЧНЫХ ТРАНСПОРТЕРОВ**

В зависимости от технологии содержания и вида животных, применяемой подстилки и физико-механических свойств навоза его удаляют из животноводческих помещений механическими, гидравлическими и пневматическими способами.[1]

В последние годы используют автоматические подвесные дороги, планчатые, скребковые и штанговые транспортеры и канатно-скреперные, установки, обеспечивающие почти полную механизацию удаления навоза. Ручной труд применяют только при частичном сгребании навоза с пола стойл. Основным недостатком механизированного способа являются высокие энергозатраты и большая вероятность поломки.

Большое распространение получило содержание скота на щелевых полах. Такие полы создают лучшие условия для работы обслуживающего персонала, сокращают затраты труда на уборку навоза с пола стойл, так как навоз протаптывают через щели пола сами животные.

Гидравлические способы основаны на перемещении навоза струей воды, подчиняются законам движения жидкости, известным из курса физики. Для разжижения навоза до требуемой концентрации, при которой можно его транспортировать, воды должно быть достаточно. Для гидротранспортирования необходимо снизить содержание сухого вещества в навозе до 10%, т. е. получить его жидким, влажностью не ниже 90%. Количество воды, требуемое для разжижения навоза, колеблется от 5 до 35% в зависимости от принятой системы удаления навоза. Обычно стремятся добавлять к навозу возможно меньше воды, поскольку при больших дозах он будет жидким, в навозе останется мало питательных веществ и потребуются строить хранилища большой емкости. Недостатками гидравлического способа являются резкое повышение влажности в не отапливаемых помещениях, а навоз в результате разжижения водой превращается в канализационные отходы с низкими удобрительными свойствами. Кроме того, расходуется много воды. Все это приводит к большим расходам при строительстве больших навозохранилищ и транспортировании жидкого навоза.

Пневматический способ обеспечивает удаление и транспортирование навоза на расстоянии до 500 м к навозохранилищу. Этот способ основан на вытеснении навоза сжатым воздухом по закрытым трубопроводам. Схема удаления навоза: вдоль всех стойл в канале монтируют трубопровод диаметром 100—150 мм с загрузочными люками. Скотник открывает все загрузочные люки и сбрасывает скребками навоз в приемные колодцы или смывает его водой. Жижесборные каналы и пол стойл должны иметь уклон в сторону приемных колодцев. После заполнения приемных колодцев загрузочные люки герметично закрывают клапанными затворами и открывают задвижку трубопровода. Включают компрессор, и сжатый воздух подается в ресивер. Открывают воздушный кран, и сжатый воздух из ресивера поступает в приемные колодцы, а через 30—50 сек сжатый воздух подается в начальный участок трубопровода. Навоз транспортируется в навозохранилище. Давление воздуха в трубопроводе контролируют по манометру, падение давления в трубопроводе показывает, что транспортирование закончено. После этого задвижку и кран закрывают. Для навозопровода используют стальные, чугунные, асбестоцементные и другие трубы, рассчитанные на давление до  $600 \text{ кн/м}^2$  ( $6 \text{ кгс/см}^2$ ). Приемные колодцы изготовляют из стальных труб диаметром 300—400 мм и располагают на расстоянии 3—4 м один от другого. Основные недостатки этого способа— большая энерго- и металлоемкость и требуется компрессорное оборудование.[2]

Для улучшения условий труда предлагается такое устройство навозоборочного транспортера, которое обеспечивало бы оптимальные энергозатраты, снижало вероятность поломки и загазованность, а главное повышало бы электробезопасность. Патентный анализ показал что существующие устройства не обеспечивают выше перечисленных требований.

Предлагаемое устройство навозоборочного транспортера упростит конструкции, повысит эксплуатационную надежность устройства и создаст комфортные условия для обслуживающего персонала. Указанный технический результат достигается за счет снабжения конструкций горизонтального и наклонного транспортера дополнительными устройствами электрически связанные с пусковым устройством привода горизонтального и наклонного транспортеров.

#### **Литература:**

1. Ковалев Н.Г. и др. «Уборка и утилизация навоза». –М.: «Россельхозизд» 1981

2 Коба В.Г. и др. «производства продуктов животноводства». - М.: «Колос» 2000г

3 Кирсанов В.В. Филонов Р.В. и д.р. «Механизация и технология животноводства» Инфра-М 2013

УДК 681.5

*д.т.н., профессор, Маркарянц Л.М..*

*к.т.н., доцент Безик В.А..*

*ассистент, Самородский П.А..*

*Брянская ГСХА*

### **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ УСТРОЙСТВ ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ**

Все традиционные защитные устройства служат для быстрого, в течение доли секунды, определения характера и степени повреждения двигателя и локализации аварийного участка путем отключения его от остальной схемы электроснабжения. Но, вместе с тем, каждое из них имеет и целый ряд существенных недостатков, влияющих на качество их работы: одни отличаются неоправданной избирательностью, у других отсутствует отстройка от процесса пуска, третьи не реагируют на токи к. з. или перегруза и т. д. Для того, чтобы правильно выбрать защитное устройство, необходимо знать, как и от каких аварий защищает конкретное устройство, принцип их действия и конструктивные особенности.

Ниже на рисунке 1 приведена структурная схема систем защиты производственного помещения

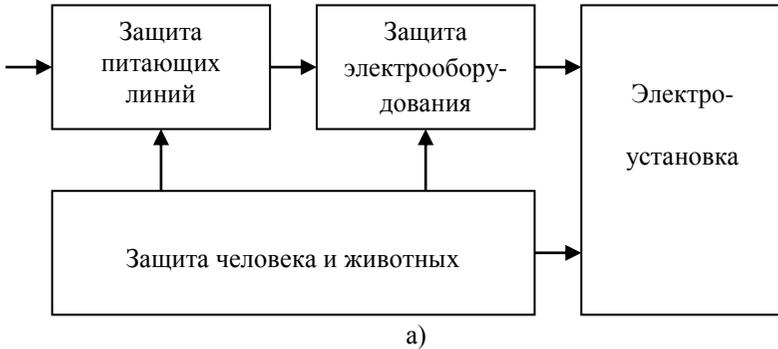


Рисунок 1. Система защит производственного помещения (а) и обобщенная структура защит производственного помещения (б)

Рассмотрим типовую структуру системы защит производственного помещения (рисунок 1а). Она представляет собой последовательную иерархическую цепь защитных устройств от ввода до выхода конечной продукции. Каждый элемент цепи имеет свою «зону ответственности», которая постепенно сужается по мере приближения к конечному продукту.

Ввиду высокой значимости защиты от поражения электрическим током, она часто работает «параллельно» остальной части системы защиты, а также находится на более высоком уровне, отключая установки и цепи независимо от остальных защит. Такой способ проектирования позволяет обеспечить высокую надежность и независимость работы от состояния технологического процесса и изменения качества электроэнергии, однако приводит к дополнительным затратам.

В обобщенном виде система защит представлена на рисунке 1б. Из него видно, что защита человека и животных осуществляется отдельными средствами как в линии, так и в электроустановке. Помимо этого используются дополнительные средства защиты.

Прямо не связанные между собой средства часто являются общими для разных частей системы распределения электроэнергии и электроустановок, поэтому возможность комбинирования их с другими защитами отсутствует.

Структура защит производственного помещения, приведенная на рисунке 2 показывает, что в реальных условиях разветвленных линий дублирование функций защит может происходить многократно.

В такой сложной структуре, несомненно, происходит дублирование защитных функций в разных частях схемы, ввиду особенностей отдельных потребителей и линий различаются требования к структуре защитных средств, самим защитным средствами и параметрам их настройки. Применение традиционных защитных средств значительно усложняет схему управления, настройку. Применение же комбинированных защит также не всегда оправдано ввиду их избыточных функций, что приводит к нерациональному использованию ресурсов и перерасходу материалов и средств. Тем более, что сетевые аварии одновременно воздействуют на всех потребителей.

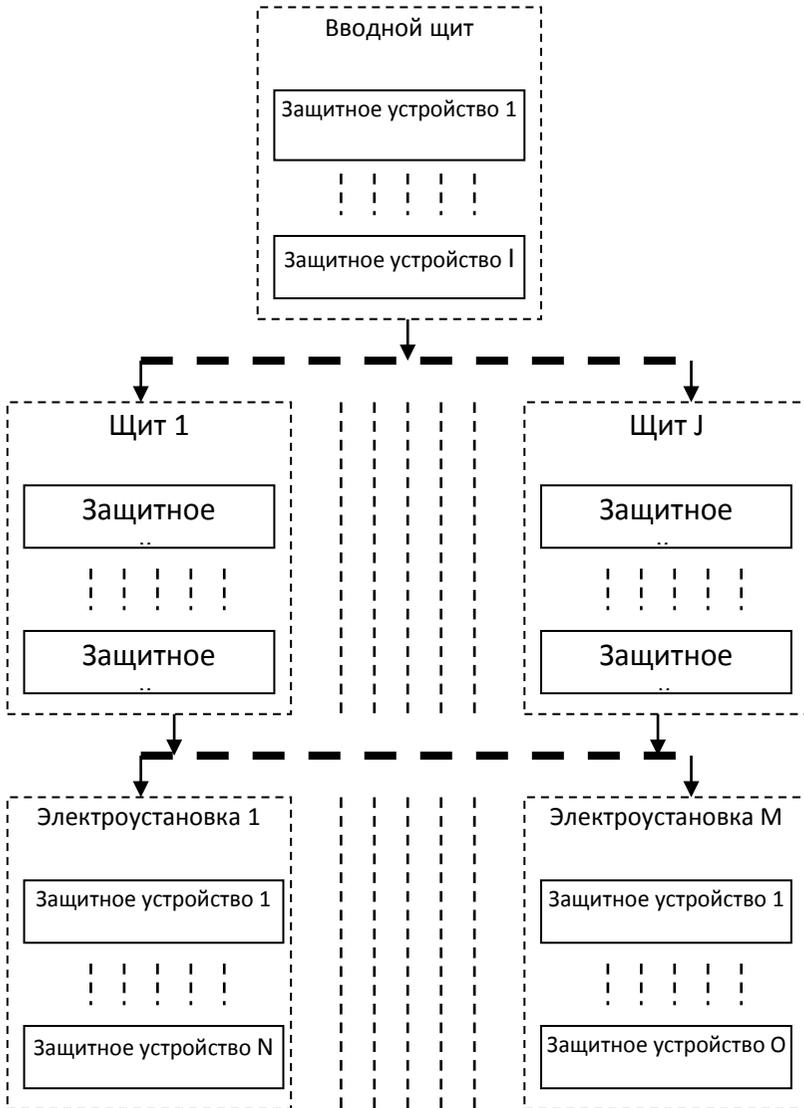


Рисунок 2. Структура защит производственного помещения

Можно сделать вывод о необходимости объединения функций защит разных уровней. В первую очередь это касается защит от сетевых аварий, которые одновременно воздействуют на всех потребители-

лей. Рациональным является разделение линий электропередач по функциональному признаку, что принято для силовых и осветительных сетей. Объединение защит от поражения электрическим током требует более осторожного подхода с обязательным анализом уровня опасности каждого защищаемого участка.

### **Литература:**

1. Дацков И.И., Сорокин К.Ю. Электробезопасность в агропромышленном производстве. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. – 124 с.
2. Копылов И.П. Электрические машины. – М.: Логос, 2000.
3. Маркарянц Л.М. Требования к средствам защиты электроустановок и их обоснование. Сб. науч. работ БГСХА «Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения». Брянск, 2005. - с. 253-257.
4. Маркарянц Л.М., Безик В.А., Самородский П.А. Патент РФ № 94076 U1. Устройство контроля сопротивления изоляции
5. Маркарянц Л.М., Безик В.А., Самородский П.А. Комбинированное устройство контроля сопротивления изоляции. материалы международной научно-практической конференции «Проблемы энергетики, природопользования, экологии», Брянск, Издательство БГХА, 2011

*УДК 631.222.018*

*д.т.н., профессор Маркарянц Л.М.,  
к.т.н., доцент Безик В.А.,  
ассистент Д.В. Кирдищев  
Брянская ГСХА*

### **УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ НАВОЗОУДАЛЕНИЯ**

В статье предлагается усовершенствованное устройство для навозоудаления. Рассмотрен принцип работы усовершенствованного транспортера. Показана электрическая схема отключения транспортера при аварийном режиме работы.

Транспортер, животноводство, датчик, логическая единица, логический ноль, аварийный режим, схема управления,

Проведя анализ состояния травматизма работников животноводства за последние 10 лет в РФ было выявлено, что повышенными источниками травмоопасности являются агрегаты сельхоз техники, в том числе навозоуборочный транспортер. Одной из причин высокого травматизма является неправильное функционирование навозоуборочного транспортера при аварийных ситуациях и в момент перегруза. Для снижения травматизма и повышения надежности работы необходимо использовать автоматические средства контроля работы транспортера.

Целью работы является повышение безопасности работников и надежности навозоуборочного транспортера путем модернизации системы управления.

В соответствии с поставленной целью разработана система автоматического управления навозоуборочным транспортером.

Предлагаемое устройство состоит из горизонтального транспортера 1, наклонного транспортера 2, связанных с пультом управления 3. (Рисунок 1)

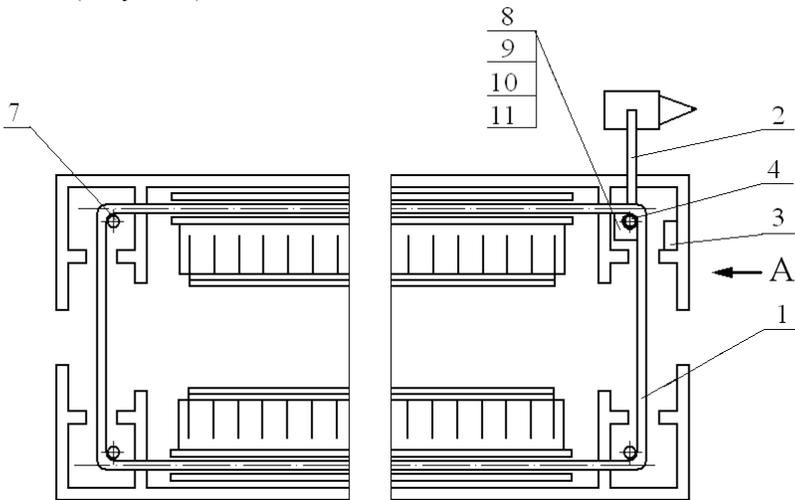


Рисунок 1 - Общий вид коровника с транспортером для уборки навоза

Отличия предлагаемой системы в том, что над скребками горизонтального транспортера смонтированы датчики отключения, электрически связанные с пусковым устройством привода горизонтального транспортера [1].

Горизонтальный транспортер 1 состоит из натяжного устройства 4, цепи 5 со скребками 6, поворотными устройствами 7. Горизонтальный транспортер 1 находится над выгрузным окном 8 в навозном канале 9, в проходе которого смонтированы две стойки 10, к которым крепятся поворотная труба 11, связанные с поворотными рычагами 13. На поворотной трубе 11 на одинаковом расстоянии смонтированы откидные кронштейны 13 с датчиками отключения 14. (Рисунок 2).

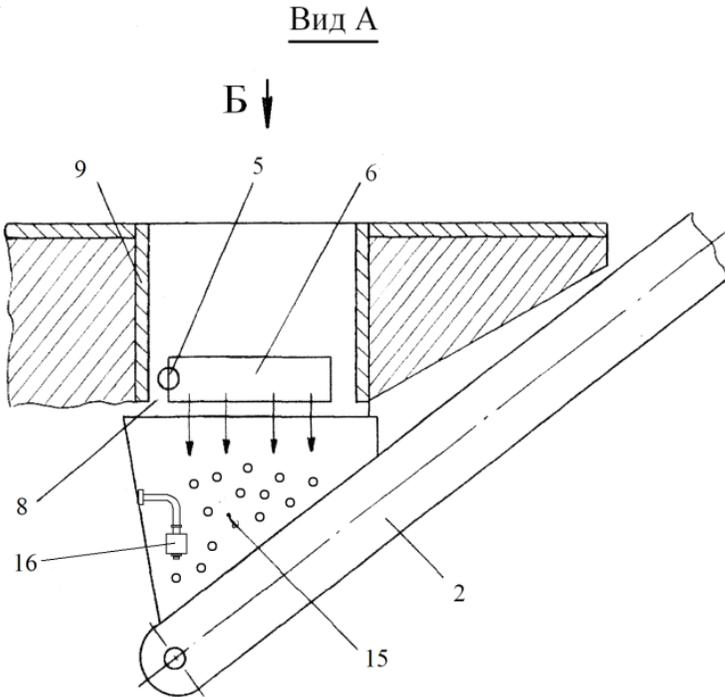


Рисунок 2 - Наклонный транспортер для уборки навоза

Наклонный транспортер 2 находится под выгрузным окном 8, под которым находится приемная камера 15 и на стенке которой смонтирован датчик регистрации 16 поступления навозной массы, связанные с датчиком регистрации 14 уровня навозной массы. Датчик 14 электрически соединен с пультом управления 3 запуска и остановки горизонтального и наклонного транспортеров. (Рисунок 3).

Вид Б

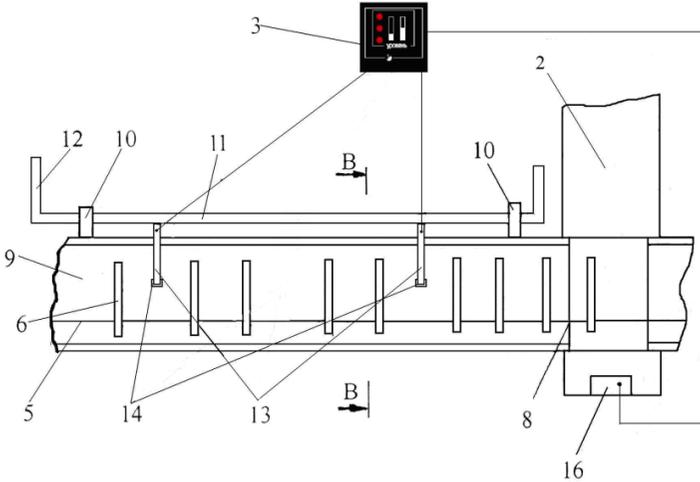


Рисунок 3 - Схема расположения и подключения датчиков

Работает устройство следующим образом.

При уборке навоза из стойл и заполнении навозного канала 9 до уровня закрытия скребков 6, срабатывает один из датчиков отключения 14 (Рисунок 4) и происходит отключение привода горизонтального транспортера 1, тем самым, в случае избытка навоза в канале исключается возможность перегрузок и выхода из строя устройства, что позволит улучшить условия труда, повысить надежность работы устройства и безопасность работающих. По мере приближения навозной массы к выгрузному окну 8 наклонного транспортера 2 (Рисунок 3) и при падении этой массы на его нижнюю часть срабатывает датчик регистрации 16 поступления навозной массы и происходит включение наклонного транспортера 2, тем самым исключается возможность холостого хода наклонного транспортера 2 при отсутствии на нем навозной массы, что позволит снизить энергозатраты.

Общее количество датчиков для управления горизонтальным транспортёром 4 штуки по две пары, разнесённые в разные концы транспортёра на расстояние 30 метров для управления транспортёром в случае неравномерной его загрузки. Парарно датчики расположены

для исключения случайного отключения транспортёра, то есть при срабатывании одного датчика от большого объёма транспортёр не отключается, а отключается при срабатывании одновременно двух датчиков в одной паре. В паре датчики расположены на расстоянии друг от друга 1-2 метра, то есть излишний навал навоза на одном скребке не является поводом для отключения транспортёра, и только, когда большой объём действует одновременно на оба датчика срабатывает схема отключения транспортёра.

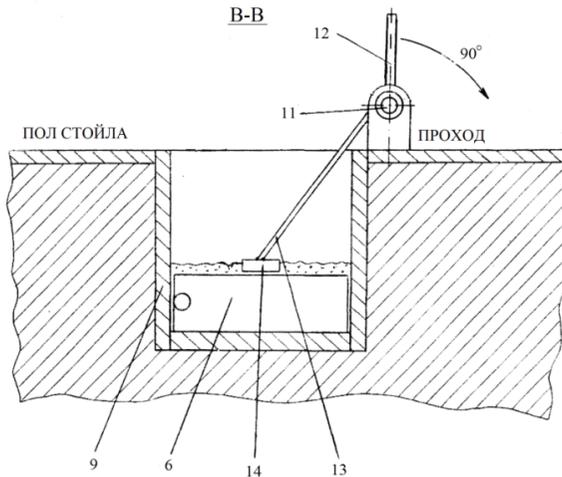


Рисунок 4 – Расположение датчиков в навозном канале.

Сравнение с существующими устройствами показывает, что заявленное конструктивное решение позволяет снизить уровни влажности и загазованности воздуха рабочей зоны в процессе выгрузки и накопления навоза, исключить поломки и выход из строя скребков, цепи и привода транспортёра.

### Литература:

1. Патент на изобретение №2428005 Транспортёр для уборки навоза. Маркарянц Л.М., Кирдищев Д.В. и др. Оpubл. 10.09.2011
1. Бараников А. И. Безопасность жизнедеятельности в сельскохозяйственном производстве : учеб. пособие для вузов по спец. "Зоотехния" и "Ветеринария" // ; Донской ГАУ. - Новочеркасск : ТЕМП, 2004. - 338 с.

2. Каталог - справочник Реле слаботочные // СПб.: НИИ КТ АООТ "Северная Заря", 2000, 48с.
3. Прянишников В.А. «Электроника» // Санкт-Петербург: Корона принт. 1998- 339с.
- 4.Белова Т., Степко В., Коликова И., Степко Р. Повышение безопасности труда операторов навозоудаления.// Охрана труда и техника безопасности в сельском хозяйстве. №2 с 40 2007 г.
- 5.Гальянов И.В. Улучшение условий и охраны труда механизаторов сельского хозяйства путем совершенствования техники и технологии //Дисс. докт. техн. наук. – С-Пб., 1998. – 548 с.
- 6.Дорофеев И., Михайлов В., Паракин В., Попадейкин В. Безопасность жизнедеятельности в АПК России: состояние и тенденции// Охрана труда и техника безопасности в сельском хозяйстве. – №12, 2006. – С. 9 – 11.
- 7.Еремина Е.В., Никольский О.К. «Анализ электротравматизма в быту сельского населения. Ползуновский вестник №1-2 2009»

УДК 621.321

*д.т.н, профессор, Маркарянц, Л.М.,  
ст. преп. Жиряков А.В.,  
студент Кожухов А.В.  
Брянская ГСХА*

## **ИЗМЕНЕНИЕ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРИ РЕГУЛИРОВАНИИ НАПРЯЖЕНИЯ НА СВЕТОДИОДНЫХ СВЕТИЛЬНИКАХ**

Системы электрического освещения являются одним из наиболее распространенных потребителей электроэнергии, поэтому вопросы энергосбережения при эксплуатации данных систем имеют большое практическое значение. В последнее время в качестве электрических источников света наиболее динамично развиваются светодиоды. Их применение является одним из самых современных направлений развития систем освещения, так как они имеют значительные преимущества перед другими источниками.

Снижение качества электрической энергии может привести к заметным изменениям режимов работы электроприёмников и в результате уменьшению производительности рабочих механизмов,

ухудшению качества продукции, сокращению срока службы электрооборудования, повышению вероятности аварий.

В России показатели и нормы качества электрической энергии в электрических сетях систем электроснабжения общего назначения переменного трёхфазного и однофазного тока частотой 50 Гц в точках, к которым присоединяются электрические сети или электроустановки потребителей устанавливаются ГОСТ 13109-97 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения».

Были проведены исследования работы светодиодного светильника номинальной мощностью 50 Вт при изменении питающего напряжения, подводимого к светильнику, с помощью автотрансформатора. Результаты проведенного опыта приведены ниже, на рис. 1-8.

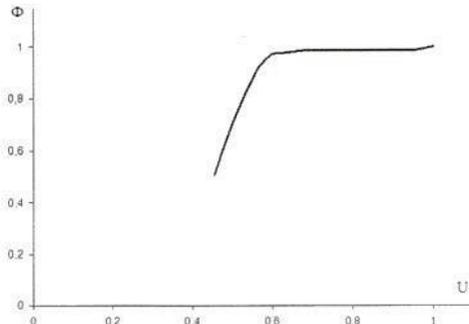


Рис. 1. Зависимость светового потока от напряжения

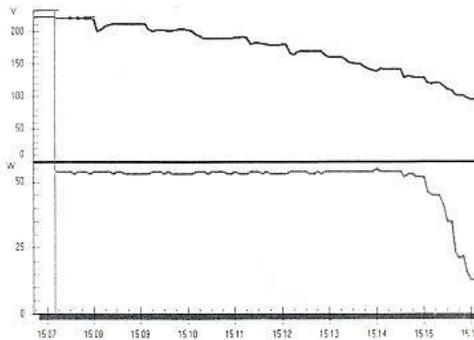


Рис. 2. Зависимость потребления мощности от напряжения

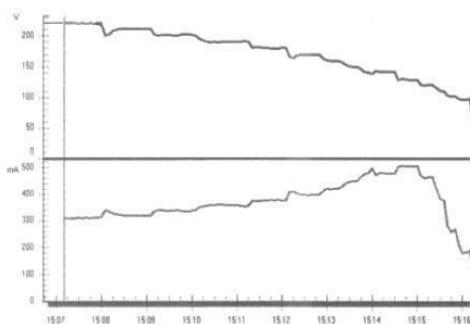


Рис. 3. Зависимость потребления тока от напряжения

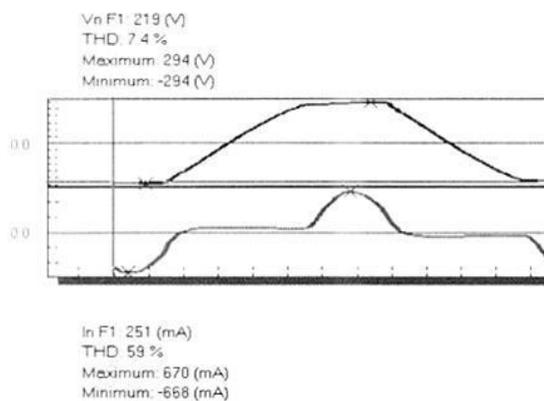


Рис. 4. Формы кривых напряжения и тока в начале опыта

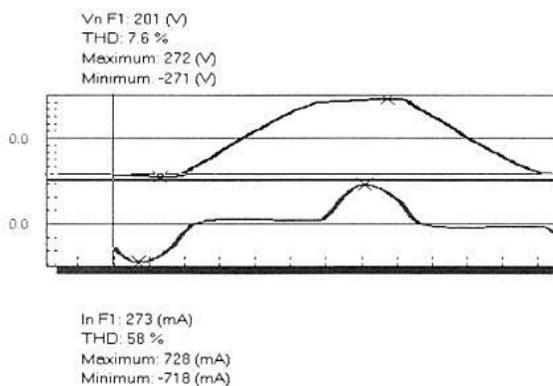
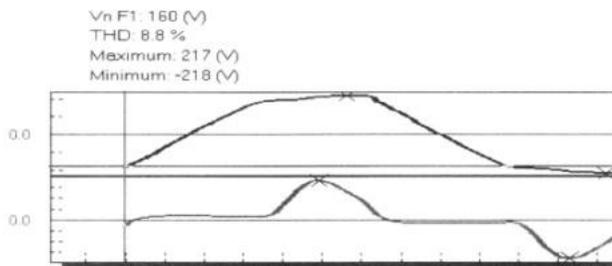


Рис. 5. Формы кривых напряжения и тока в середине опыта



In F1: 348 (mA)  
THD: 56 %  
Maximum: 901 (mA)  
Minimum: -898 (mA)

Рис. 6. Формы кривых напряжения и тока в конце опыта

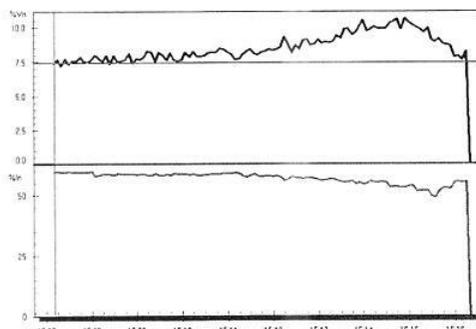


Рис. 7. Значения коэффициентов искажения синусоидальности кривых напряжения и тока

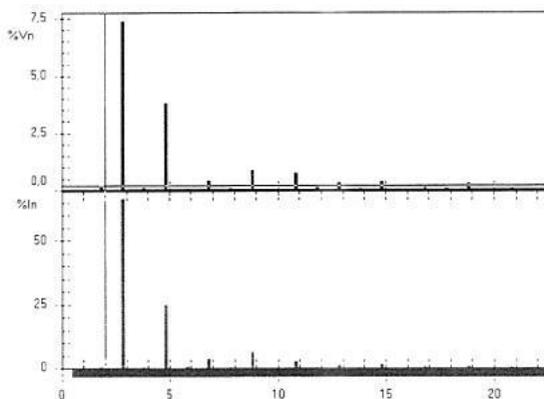


Рис. 8. Спектральный состав гармоник напряжения и тока

Приведенные графики показывают, что потребляемая исследуемым светильником активная мощность остается практически неизменной в широком диапазоне изменения питающего напряжения, так же мало изменялось и значение светового потока. Потребляемый ток во время опыта возрастал и начал снижаться только при резком падении мощности светильника.

Это позволяет сделать вывод: снижение напряжения в системах электрического освещения, использующих светодиодные светильники, не обеспечит снижение потребления электроэнергии, так как потребляемая ими мощность остается практически неизменной в достаточно широком диапазоне изменения питающего напряжения.

Одновременно с энергопотреблением исследовалось качество электроэнергии при работе светодиодного светильника.

Из приведенных результатов опытов видно, что использование светодиодных светильников может привести к снижению качества электроэнергии в электрических сетях. Токи третьей гармоники складываются в нулевом проводе, что ведет к появлению в нем тока. Мощность исследованного светильника небольшая, но использование большого количества подобных светильников может привести к значительным токам в нулевых проводниках, что является неблагоприятным фактом.

Поэтому при проектировании систем электрического освещения с большим числом светодиодных светильников может возникнуть необходимость в применении специальных мер по обеспечению требуемого качества электрической энергии.

УДК 621.315.222

*д.т.н., профессор, Маркарянц, Л.М.,  
ст. преп. Жиряков А.В.,  
к.т.н., доцент Лавров В.И.  
студент Маликов А.Н.  
Брянская ГСХА*

## **КОНТРОЛЬ СИЛОВЫХ КАБЕЛЕЙ ИЗ СШИТОГО ПОЛИЭТИЛЕНА И ЧАСТИЧНЫЕ РАЗРЯДЫ В НИХ**

Обширная практика эксплуатации высоковольтного оборудования и кабельных линий показывает, что положительные результаты испытаний повышенным напряжением вовсе не гарантирует безава-

рийную последующую работу электрооборудования. Бывают случаи, что после успешных испытаний, например, повышенным напряжением кабельных линий, нередко происходит выход из строя в ближайшие после этого интервалы времени. Исследованиями было установлено, что основная причина выхода из строя кабельных линий заключается в интенсивном разрушении изоляции таких кабелей частичными зарядами в проблемных местах и что эти разрушения приводят к сокращению срока службы кабельных линий.

Мероприятия, осуществляемые в процессе диагностических испытаний, называются мероприятиями диагностического контроля. Для того чтобы выявить способность кабеля к дальнейшей работе, нужны дополнительные меры, к которым относятся различные испытания непрямого воздействия на объект и которые называются диагностическими методами.

К мероприятиям диагностического контроля можно отнести как оценку состояния объекта на основе его технико-экономических данных – экспертную оценку, так и периодический контроль за состоянием объекта.

Однако любая диагностика должна опираться на свод нормативных правил и критериев. В области контроля состояния изоляции кабелей и электрооборудования обычно решается главный вопрос о возможности работы кабелей и продления времени службы оборудования. Особенно это относится к тем объектам, которые выработали свой срок службы или находятся на грани его выработки.

К средствам, обеспечивающим накопление технико-экономических данных по состоянию объекта и его контроля, можно отнести известный метод – измерение тангенса угла диэлектрических потерь. Этот метод применяется повсеместно, однако не является исчерпывающим. Наибольшую популярность в мировой практике получает метод диагностики состояния изоляции высоковольтного оборудования и кабельных линий – метод измерения частичных разрядов.

Частичные разряды – это локализованный электрический разряд частично шунтирующий изоляцию между проводниками, который может возникать как в прилегающих так и не в прилегающих к проводнику объемах изоляции.

Частичные разряды имеются практически на любом высоковольтном оборудовании: силовых кабелях и вводах, силовых трансформаторах и выключателях и т.д. Они негативно отражаются на изоляции приводя ее к деградации и разрушению. Следует отметить, что причиной деградации является не только частичные разряды, но и ряд

других факторов. К ним можно отнести:

- воздействие высокого напряжения(скачки, молниевые удары);
- механические нагрузки (проседание грунта, крутой изгиб кабеля);
- тепловые нагрузки (перегрев кабеля при перегрузках);
- химическую коррозию(действие солей, воды и газов) и др.

Для энергетических кабелей особенно характерно проявление ЧР на кабелях из сшитого полиэтилена (СПЭ). Технология СПЭ (создание пространственной решетки за счет образования продольно поперечных связей между макромолекулами полимера) появилась в связи с необходимостью сшивки увеличить жесткость изоляции (электрического свойства полимера) при повышенных температурах. Эта технология существенно повысила эксплуатационные характеристики кабеля, однако полимер не лишен был того, что в процессе его (полимера) «старения» (это старение наступает не только с течением времени эксплуатации кабеля, но и связана с интенсивностью эксплуатации) его электрические (эксплуатационные) характеристики снижаются. Полимер постепенно под воздействием действующего высокого напряжения, и как показала практика, и под воздействием других факторов, например «коронирования», разрушается.

«Корона» - это вид частичного разряда, появляющийся в газообразной среде вокруг проводников, которые находятся на некотором удалении от твердой и жидкой изоляции. Основная причина разрушений, которая имеется на кабелях с их изоляцией из СПЭ – водные триинги.

Водные триинги – это повреждение полимера, развивающееся на технологических дефектах изоляции при совместном действии электрического поля и влаги, проникающий в структуру полимера из окружающей среды. Вместе с влагой в изоляцию проникают агрессивные вещества. Они разрушают полимерные цепи, приводя к образованию микрополостей, которые, в свою очередь, служат резервуарами для накопления влаги.

Существует два вида триингов – «бант» (когда триинг зарождается в объеме изоляции, заполненном водой, или на инородных материалах) и «веер» (когда триинги развиваются с поверхности электропроводящих экранов).

Процесс триинг быстроразвивающийся, и это сопровождается падением электропрочности полимера. Это вынуждает искать путь борьбы с триингами. Один из путей – применение новых технологий в изготовлении материала, что решается за счет включения в состав полимера дополнительных антитриинговых добавок. Однако полно-

стью этот эффект исключить невозможно, и по этой причине для нас наиболее интересными представляются методы выявления уровня «поражения» кабеля и путей продолжения эксплуатационного периода кабелей.

Для исследования состояния кабеля используются традиционные методы: испытания кабелей с бумажно-масляной изоляцией с применением повышенного постоянного напряжения и контролем точки утечки специальными передвижными высоковольтными лабораториями. Однако в случае кабелей из СПЭ этот метод испытания стал неприемлем, так как было доказано, что такие испытания кабелей из СПЭ приводят к разрушению его изоляции. Причина этого заключается в том, что при приложении постоянного высокого напряжения у полярных электродов образуются объемные заряды, а на внутренней и наружной поверхностях изоляции СПЭ образуется локальная концентрация электрического поля, которая приводит к разрушению изоляции.

Диагностика ЧР позволяет получить больше и более точных данных о состоянии объекта. Она экономически выгодна и при этом не оказывает вредного воздействия на объект повышенным напряжением. Это объясняется следующими обстоятельствами:

Во-первых, диагностика частичных разрядов проводится при напряжении, равном рабочему или незначительно превышающему его (на 10%), что практически исключает негативное влияние на изоляцию. Поэтому диагностику частичных разрядов относят к одним из методов неразрушающего контроля.

Во-вторых, измерение частичных разрядов может проводиться в он-лайн режиме, т.е. при работающем объекте и достаточно долгое время, что дает возможность проконтролировать частичные разряды при различных режимах работы (различных нагрузках) и узнать, когда возникает опасный уровень разрядов. Таким образом, перейдя на более щадящий режим эксплуатации, можно предотвратить аварию, оставить объект работоспособным на более долгое время.

В-третьих, преимущество диагностики ЧР перед испытаниями повышенным напряжением — это локализация проблемных участков в устройствах, кабельных линиях и местах с повышенным уровнем ЧР.

В-четвертых, контроль ЧР в режиме онлайн (без вывода объекта из эксплуатации) ведет к меньшим затратам по сравнению с испытаниями повышенным напряжением, так как нет необходимости выводить из эксплуатации контролируемый объект, производить переподключение потребителей.

### **Литература:**

1. Сборник методических пособий по контролю состояния электрооборудования: АО «Фирма ОРГРЭС». Москва, 1998. 493 с.
2. Объем и нормы испытаний электрооборудования: ЭНАС. Москва, 2003. 254 с.
3. Передвижные высоковольтные лаборатории серии ЛВИ НVT: Холдинговая компания «Ярославский электромеханический завод». Каталог. Ярославль, 2010. 40.

УДК 656.09.05

*соискатель Никитин А.М.  
Брянская ГСХА*

### **ФАКТОРЫ И ПРИЧИНЫ АВАРИЙНОСТИ И ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОГО ТРАВМАТИЗМА**

**Аннотация.** Рассмотрены причины и факторы способствующие возникновению дорожно – транспортных происшествий и их взаимосвязи.

Безопасность дорожного движения определяется надежной работой водителя, надёжным функционированием транспортного средства, служб обслуживания и ремонта, служб организации дорожного движения, а также условиями внешней среды. Сложность конструкции и оборудования транспортного средства, большое количество людей участвующих в организации и обеспечении дорожного движения, эксплуатация транспортного средства в различных погодных и климатических условиях порождают многообразие факторов, влияющих на конечный исход дорожного движения. Неблагоприятные факторы могут приводить к неблагоприятному исходу дорожного движения. Как правило, неблагоприятные факторы находятся во взаимосвязи друг с другом, по своему характеру случайные и неустойчивые. Поэтому неблагоприятный исход дорожного движения может быть следствием воздействия не только одного фактора, угрожающего безопасности движения, но и совокупности целого ряда факторов.

Интегральное влияние всех факторов на уровень безопасности определяется по результатам массовой эксплуатации транспортных средств. Для оценки влияния на безопасность движения отдельных факторов или их сочетаний необходимо рассмотреть природу факторов, как по их источникам (причинности) возникновения, так и по ха-

рактору отрицательных проявлений. Учитывая, что система «Водитель – транспортное средство – дорога – среда» является сложной эргатической системой, каждое звено которой включает технические элементы и людей, по источникам возникновения все факторы, потенциально влияющие на безопасность дорожного движения, можно разделить на три группы: технические, личностные факторы и факторы внешней среды (в фактор внешней среды входят и фактор дорога). Как видно, первые две категории факторов порождаются внутренними свойствами системы «Водитель – транспортное средство – дорога – среда».

Для каждого из звеньев системы «Водитель – автомобиль – дорога – среда» соотношение технических и личностных факторов и их конкретизация будут различными. Учитывая особую определяющую роль звена «Водитель – транспортное средство» в обеспечении безопасности дорожного движения, конкретизируем общие технические факторы для этого звена. Их можно представить следующими группами:

- проектно-конструктивное и технологическое совершенство автотранспортного средства;
- надёжность (безотказность) функциональных систем автотранспортного средства и его оборудования;
- эксплуатационная технологичность автотранспортного средства;
- контролеспособность и ремонтпригодность конструкции и оборудования автотранспортного средства;
- эргономическое совершенство транспортного средства.

Надёжность, эксплуатационная технологичность, контролеспособность и ремонтпригодность в совокупности характеризуют эксплуатационное совершенство автотранспортного средства. Несовершенство автотранспортного средства по этой комплексной характеристике может приводить к ошибкам обслуживающего персонала в процессе его обслуживания и ремонта и, как следствие, к ее неисправностям.

Эргономическое совершенство автотранспортного средства определяет степень соответствия его характеристик возможностям водителя. К числу этих характеристик относятся характеристики устойчивости и управляемости автотранспортного средства, характеристики систем отображения информации, степень автоматизации процессов управления, другие характеристики, которые определяются качеством контакта между водителем и автотранспортным средством. Недостаточное эргономическое совершенство автотранспортного средства может приводить к неправильным действиям водителя во время движения.

Вторую группу факторов – личные факторы – можно определить как нарушение установленных правил, ошибочное действие или бездействие лиц связанных с организацией, обеспечением и выполнением дорожного движения. Эти факторы выступают как следствия вполне конкретных причин, заложенных в индивидуальных характеристиках людей, а именно: в их профессиональном уровне, психофизическом состоянии, дисциплинированности и личных особенностях.

Третью группу факторов – факторы внешней среды можно определить не только как факторы природной среды, но и как наличие в ней любых внешних предметов потенциально влияющих на безопасность движения. Отдельные природные явления могут непосредственно влиять на безопасность дорожного движения, другие вызывать неисправности транспортного средства, третьи вызывать ошибки водителя при дорожном движении.

Из выше изложенного следует, что одинаковые по характеру отрицательных последствий факторы могут иметь различную причину их возникновения.

Разделим неблагоприятные факторы (по характеру отрицательных последствий) на три группы: неисправности автотранспортного средства, ошибки обслуживающего персонала, неблагоприятные внешние условия дорожного движения. Взаимосвязь этих групп факторов с источниками их возникновения изобразим в виде схемы представленной на рисунке.

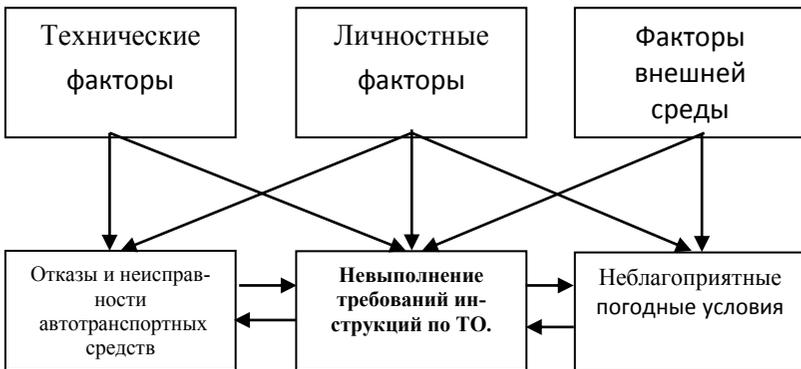


Рисунок 1 – Структурная схема взаимосвязи неблагоприятных факторов

Значительное число факторов, влияющих на безопасность дорожного движения, требует научного анализа причин их появления, оценки степени их опасности для разработки профилактических мероприятий по обеспечению безопасности дорожного движения. По данным таких факторов 132 [1].

При организации работы по предупреждению аварийности и дорожно-транспортного травматизма в первую очередь необходимо учитывать факторы, служащие причиной дорожно-транспортных происшествий.

Изменения факторов в худшую сторону способствует образованию опасных ситуаций. Длительное существование опасных ситуаций и их одновременное проявление являются причиной дорожно-транспортного происшествия. Несмотря на это, главной причиной ДТП является неадекватные действия водителя в сложившейся опасной ситуации

### **Литература:**

1. Христофоров Е.Н. Предотвращение аварийности и травматизма водителей сельскохозяйственных транспортных средств путем инженерно-технических мероприятий. //Дисс. док. техн. наук. – С-Пб, 2009. – 351 с.

2. Шкрабак В.С., Христофоров Е.Н., Сакович Н.Е. Теория и практика обеспечения безопасности дорожного движения в АПК//Монография. – Брянск.: изд. БГСХА, 2008. – 282 с.

УДК 519.23.656.11

*соискатель Никитин А.М.  
Брянская ГСХА*

## **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ**

**Аннотация.** Рассмотрены статистические и вероятностные показатели аварийности. Установлена взаимосвязь безопасности движения со статическим показателем – средней продолжительности рейса на одно дорожно-транспортное происшествие.

В системе обеспечения безопасности транспортных работ все больше возрастает роль математических методов исследования сложных транспортных систем, которые взаимодействуют с более сложными экономическими и социальными системами. Существующая практика анализа ограничивается, как правило, изучением динамики и структуры аварийности по различным показателям (критериям). В настоящее время в исследованиях и на практике применяют два типа показателей – статистические и вероятностные. Статистические показатели выражаются физическими величинами или отношением этих величин, получаемых по статистическим данным массовой эксплуатации. Вероятностные показатели вычисляются методами теории вероятностей, аналитическим путем, поэтому такие показатели иногда называют аналитическими.

Анализ статистических данных выявляет причины дорожно-транспортных происшествий как обобщенно по элементам системы «Водитель – транспортное средство – дорога – среда», так и детально в разрезе каждого элемента. С помощью этих данных устанавливают влияние на безопасность самых разнообразных факторов: времени года, суток, дней недели и месяцев, погодных условий и периода суток, состояния дорожных условий и технического состояния транспортных средств, возраста водителя и его дисциплинированности, режима и стажа его работы. Изучение статистических данных дает количественную оценку состояния работы по предупреждению дорожно-транспортных происшествий и позволяет наметить цели, пути и методы по ее совершенствованию.

Статистические показатели вычисляются по реальным данным массовой эксплуатации, их главное достоинство – объективность, но вместе с этим статистические показатели имеют ряд недостатков, сужающих область их практического использования. К ним можно отнести следующие:

- оценку уровня аварийности по статистическим показателям производят тогда, когда дорожно-транспортное происшествие уже произошло, то есть регистрируют прошлые факты;

- не учитывают условия эксплуатации, применения транспортных средств, в которых происходят дорожно-транспортные происшествия. Это не даёт возможность применять статистические показатели для прогноза безопасности дорожного движения на будущее при изменении условий эксплуатации;

- невозможность оценки эффективности различных организационных и технических мероприятий, направленных на повышение безопасности дорожного движения с учётом стоимости и эффективности, ещё до их практической реализации;

– невозможность выявления влияния на уровень безопасности дорожного движения какого-либо конструктивного параметра транспортного средства, оптимизации уровня безопасности дорожного движения с учётом стоимости и эффективности.

Перечисленные недостатки статистических показателей принципиально устранимы или могут быть компенсированы использованием второго типа показателей – вероятностных.

Вероятностные показатели безопасности движения объективно отражают такую закономерность, что дорожно-транспортное происшествие – потенциально возможный исход конкретного дорожного движения (транспортного рейса) – является по своей природе случайным событием в силу случайности возникновения во времени и пространстве движения неблагоприятных факторов, вызывающих его.

Примем за уровень безопасности выполнения отдельного рейса вероятность  $P$  благополучного его завершения. Вероятность неблагоприятного завершения рейса (уровень риска) обозначим  $Q$ . Из физических соображений ясно, что

$$P + Q = 1 \quad (1)$$

Вероятности  $P$  и  $Q$  являются показателями безопасности рейса. Исходя из формулы (1) для оценки безопасности одного рейса или уровня риска достаточно знать одну из указанных вероятностей, например,  $Q$ .

Безопасность выполнения множества рейсов всецело определяется безопасностью выполнения отдельных рейсов. Формализуем связь понятий “безопасность движения” и “безопасность одного рейса”. Если  $Q$  – уровень риска в отдельном рейсе, то для множества  $N$  рейсов в качестве такого же смыслового критерия может быть принята вероятность  $Q_n$ , то есть вероятность того, что в  $N$  рейса произойдёт  $n_{ДТП}$  ( $n=0, N$ ). Будем полагать, что все рейсы идентичны по безопасности их выполнения, то есть  $Q_1 = Q_2 = \dots = Q_n = Q$ . При этом предположении для вычисления вероятности  $Q_n$  можно воспользоваться частной теоремой теории вероятностей о повторении опытов, в соответствии с которой связь  $Q_n$  и  $Q$  будет определяться биномиальным распределением:

$$Q_n = C_N^n \cdot Q^n \cdot (1 - Q)^{N-n}, \quad (2)$$

где 
$$C_N^n = \frac{N!}{n! \cdot (N - n)!} \quad (3)$$

Реально всегда выполняются условия  $Q \ll 1$  и число рейсов  $N$  достаточно велико. В соответствии с этим с достаточной степенью точности для упрощения вычислительных процедур биномиальное распределение (2) может быть заменено пуассоновским распределением вероятностей:

$$Q_n = \frac{(N \cdot Q)^n}{n!} \cdot e^{-N \cdot Q} \quad (4)$$

Для вероятности благополучного завершения всех  $N$  рейсов, полагая в формуле (4)  $n = 0$  получим:

$$P_{БД} = Q_0 = e^{-N \cdot Q} = e^{-N(1-P)} \quad (5)$$

Вероятность  $P_{БД}$  по смыслу является показателем безопасности движения и, следовательно, формула (5) является математическим выражением показателя безопасности движения  $P_{БД}$  через показатель безопасности одного рейса  $P$ . Рассматриваемое в распределении (4) число рейсов  $N$  реализуется за суммарное время движения  $t_{\Sigma}$ , так что  $N = t_{\Sigma} / t_n$ , где  $t_n$  – продолжительность одного рейса. Учитывая, что в одном рейсе более одного дорожно-транспортного происшествия произойти не может, математическое ожидание числа дорожно-транспортных происшествий на отрезке времени  $t_n$  формально можно записать в виде  $\Lambda t_n = Q$ , где  $\Lambda$  – интенсивность потока дорожно-транспортных происшествий, то есть среднее число дорожно-транспортных происшествий в единицу времени движения. Для всех  $N$  рейсов математическое ожидание числа дорожно-транспортных происшествий будет определяться:  $m_n = N \cdot Q = \Lambda t_n N = \Lambda t_{\Sigma}$  и соответственно распределение (4) можно записать в виде:

$$Q_n = \frac{(m_n)^n}{n!} e^{-m_n} = \frac{(\Lambda t_{\Sigma})^n}{n!} e^{-\Lambda t_{\Sigma}} \quad (6)$$

Поток дорожно-транспортных происшествий, описываемый распределением (6), является простейшим, то есть обладает свойствами стационарности, ординарности и отсутствия последствия. Для такого потока время  $t$  между двумя соседними событиями (дорожно-транспортными происшествиями), как известно из теории вероятностей, распределено по показательному закону с плотностью вероятностей:

$$f(t) = \Lambda e^{-\Lambda t} \quad (7)$$

Применяя к выражению (7) операцию определения математического ожидания, вычисляем среднюю продолжительность рейса на одно дорожно-транспортное происшествие:

$$T_{ДТП} = m_t = \Lambda \int_0^{\infty} t e^{-\Lambda t} dt = \frac{1}{\Lambda} \quad (8)$$

Используя результат (8), запишем распределение (6) в виде:

$$Q_n = \frac{\left( \frac{t_{\Sigma}}{T_{ДТП}} \right)^n}{n!} e^{-\frac{t}{T_{ДТП}}} \quad (9)$$

При  $n = 0$  получим выражение для показателя безопасности движения:

$$P_{БД} = e^{-\frac{t_{\Sigma}}{T_{ДТП}}} \quad (10)$$

Формула (10) определяет связь вероятностного показателя безопасности движения со статическим показателем – средней продолжительности рейса на одно дорожно-транспортное происшествие. Из сопоставления формул (5) и (10) заметим, что

$$Q = \frac{t_{\Sigma}}{NT_{ДТП}} = \frac{t_n}{T_{ДТП}} \quad (11)$$

В зависимости от специфики неблагоприятных факторов и их последствий, расчет вероятностных показателей транспортного травматизма можно выполнить различными методами: использованием моделей Марковских процессов.

### Литература:

1. Галушко, В.Г. Вероятностно-статистические методы на автотранспорте. (Учебное пособие для ВУЗов по специальности экономика и организация автомобильного транспорта). – Киев.: Вища школа, 1987.– 197 с.
2. Христофоров, Е.Н. Вероятностно-статистические методы в дорожном движении // Монография. – Брянск.: изд-во БГСХА, 2005. – 200 с.
3. Шкрабак В.С., Христофоров Е.Н., Сакович Н.Е. Теория и практика обеспечения безопасности дорожного движения в АПК//Монография. – Брянск.: изд. БГСХА, 2008. – 282 с.

УДК 519.23.656.11

*соискатель Никитин А.М.  
Брянская ГСХА*

## РАСЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АВАРИЙНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛЕЙ МАРКОВСКИХ ПРОЦЕССОВ

**Аннотация;** Выполнен расчет показателей безопасности дорожного движения с использованием моделей Марковских процессов

В зависимости от специфики неблагоприятных факторов и их последствий, расчет вероятностных показателей транспортного травматизма можно выполнить использованием моделей Марковских процессов.

Оценка безопасности движения при воздействии на транспортное средство факторов, вероятность проявления которых зависит от продолжительности рейса, может быть произведена на основе представления переходов системы от одного состояния к другому моделью Марковского процесса со счетным множеством состояний и непрерывным временем. Факторы при этом могут быть как зависимые, так и независимые, однократно возникающие и многократно повторяющиеся, с зависимыми и независимыми последствиями, то есть этот метод позволяет производить оценку безопасности движения с учетом воздействия на транспортное средство обширного класса неблагоприятных факторов. Допустим, что все возможные в движении особые ситуации, вызванные неблагоприятными факторами, образуют счетное множество  $\{i\}$ ,  $i = \overline{1, m}$ . В зависимости от успешности

действий водителя по предотвращению последствий неблагоприятных факторов множеству  $\{i\}$  будут соответствовать два подмножества:  $\{БД_i\}$  – благополучных и  $\{ДТП_i\}$  – неблагоприятных исходов движения.

Обозначим вероятности этих исходов соответственно  $P_i(t)$ ,  $Q_i(t)$ . Так как события из множества  $\{i\}$  для текущего момента времени являются несовместными, то на основании теоремы сложения вероятностей запишем

$$P(t) = P_0(t) + \sum_{i=1}^m P_i(t); \quad Q(t) = \sum_{i=1}^m Q_i(t),$$

где  $P_0(t)$  – вероятность пребывания системы в нормальном состоянии.

Неизвестные вероятности  $P_0(t)$ ,  $P_i(t)$ ,  $Q_i(t)$  вычисляются по модели Марковского процесса смены состояний рассматриваемой системы. Для обоснования возможности использования такой модели применим следующие допущения:

1. В начале движения ситуация является нормальной, то есть неблагоприятные факторы отсутствуют.

2. События предотвращения и непредотвращения возникают одновременно с появлением опасных ситуаций.

3. Последовательность возникновения опасных ситуаций (неблагоприятных факторов)  $i$ -го типа являются пуассоновским потоком с интенсивностью  $\lambda_i$ . Соответствующие ему потоки благополучных и неблагоприятных исходов в силу предыдущего допущения также являются пуассоновскими. Их интенсивности соответственно равны  $\lambda_i r_i$ ,  $\lambda_i s_i$  (пуассоновским потоком событий является поток обладающий свойствами ординарности и отсутствия последствия).

4. Отказавшие при движении элементы не восстанавливаются, а ошибки водителя не повторяются.

Сущность метода расчета вероятностей  $P_0(t)$ ,  $P_i(t)$ ,  $Q_i(t)$  при использовании модели Марковского процесса состоит в том, что неизвестные вероятности как функции времени определяются из решения дифференциальных уравнений, которыми описывается этот процесс.

Для составления дифференциальных уравнений относительно неизвестных вероятностей  $P_0(t)$ ,  $P_i(t)$ ,  $Q_i(t)$  Марковский процесс со всеми выявленными и реально возможными при движении состояниями системы представляется наглядно в виде графа состояний (рисунок 1).

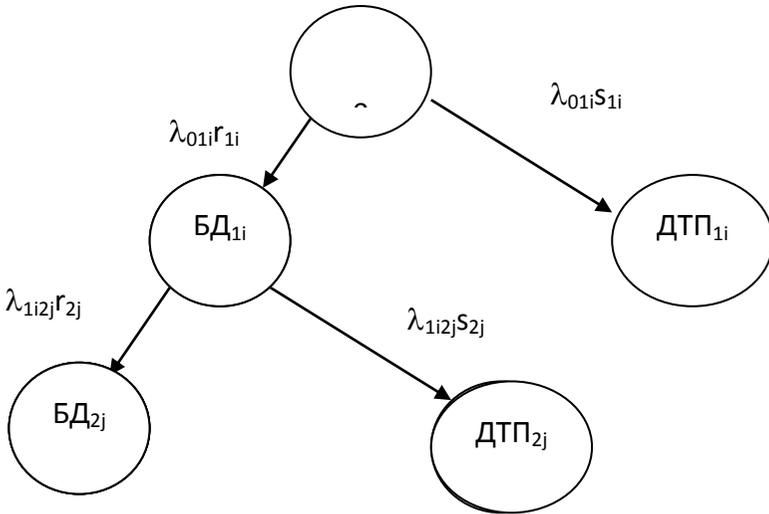


Рисунок 1 – Марковский процесс состояния системы

В узлах этого графа обозначаются состояния системы (исходы рейса), вершина графа (состояние 0) соответствует нормальной ситуации. Состояния системы, в которые она переходит непосредственно из нулевого состояния вследствие появления неблагоприятных факторов, называются состояниями первого уровня; состояния, возникающие из состояния первого уровня, - состояниями второго уровня и так далее.

Обозначим эти состояния на первом уровне по  $i$ -му фактору –  $БД_{1i}$ ;  $ДТП_{1i}$  соответственно для благополучных и неблагоприятных исходов; на втором уровне по  $j$ -му фактору  $БД_{2j}$ ,  $ДТП_{2j}$  и так далее.

На ребрах графа проставляются интенсивности перехода от одного состояния к другому: при переходе от нулевого состояния к состояниям первого уровня –  $\lambda_{01i} r_{1i}$ ;  $\lambda_{01i} s_{1i}$  при переходе от состояний первого уровня к состояниям второго уровня –  $\lambda_{1i2j} r_{2j}$ ;  $\lambda_{1i2j} s_{2j}$ .

Дифференциальные уравнения для определения неизвестных вероятностей составляют по определенному правилу: число уравнений равно числу состояний (исходов), размеченных на графе; в левой части уравнения стоит производная вероятности данного состояния, а правая часть содержит столько членов, сколько стрелок связано с данным состоянием. Если стрелка выходит из этого состояния, соот-

ветствующей член имеет знак минус, если она направлена в состояние – плюс. Каждый член равен произведению интенсивности перехода, соответствующей данной стрелке, на вероятность того состояния из которого стрелка исходит.

Дифференциальные уравнения для графа состояний, изображенного на рисунке 1 имеют следующий вид:

– для вероятности нулевого состояния:

$$\frac{dP_0}{dt} = -\lambda_{00} P_0 ; \quad (1)$$

– для вероятностей состояний первого уровня:

$$\frac{dP_{1i}}{dt} = \lambda_{01i} r_{1i} P_0 - \lambda_{1i1i} P_{1i} ; \quad (2)$$

$$\frac{dQ_{1i}}{dt} = \lambda_{01i} s_{1i} P_0 ; \quad (3)$$

– для вероятностей состояния второго уровня:

$$\frac{dP_{2j}}{dt} = \lambda_{1i2j} r_{2j} P_{1i} - \lambda_{2j2j} P_{2j} ; \quad (4)$$

$$\frac{dQ_{2j}}{dt} = \lambda_{1i2j} s_{2j} P_{1i} . \quad (5)$$

В уравнениях (1), (2), (4) величины  $\lambda_{00}$ ,  $\lambda_{1i1i}$ ,  $\lambda_{2j2j}$  – суммарные интенсивности появления факторов, выводящих систему соответственно из нулевого состояния, из  $i$ -х состояний первого уровня и  $j$ -х состояний второго уровня:

$$\lambda_{00} = \sum_{i=1}^a \lambda_{01i}; \quad \lambda_{1i1i} = \sum_{j=1}^b \lambda_{1i2j}; \quad \lambda_{2j2j} = \sum_{f=1}^c \lambda_{2j3f} \quad (6)$$

где индексы  $a, b, c$  означают числа факторов, которые могут соответственно вывести систему из нулевого состояния, из  $i$ -го состояния первого уровня, из  $j$ -го состояния второго уровня.

Решение системы дифференциальных уравнений производится при начальных условиях:  $t = 0; P_0 = 1; P_{1i} = Q_{1i} = P_{2j} = Q_{2j} = \dots = 0$ .

В первую очередь решается уравнение для вероятности нулевого состояния; затем, используя этот результат, производится решение уравнений для вероятностей состояния первого уровня и других. Для оценки безопасности одного рейса достаточно решить только уравнения для вероятностей благополучных исходов (12), (13), (15) и других, но для проверки правильности решения по условию  $P(t) + Q(t) = 1$  необходимо решить всю систему дифференциальных уравнений.

В целом ряде случаев для оценки безопасности дорожного движения можно ограничить граф состояниями первого уровня. Это равносильно допущению о том, что за рассматриваемое время рейса более одного неблагоприятного фактора не возникает. Незвестные вероятности состояний при этом определяются из решения уравнений (12), (13), (15), при условии  $\lambda_{1i1i} = 0$  (дальнейшем индекс 1 использоваться не будет).

Решая эти уравнения, получаем:

$$P_0(t) = e^{-\lambda_{00}t}; \quad P_i(t) = \frac{\lambda_{0i} \cdot r_i}{\lambda_{00}} (1 - e^{-\lambda_{00}t});$$

$$Q(t) = \frac{\lambda_{0i} \cdot S_i}{\lambda_{00}} (1 - e^{-\lambda_{00}t}),$$

где в соответствии,  $\lambda_{00} = \sum_{i=1}^a i \lambda_{0i}$

Выражения для вероятностей благополучного и неблагоприятного исхода рейса примут вид:

$$P = e^{-\lambda_{00}t} + \frac{1 - e^{-\lambda_{00}t}}{\lambda_{00}} \sum_{i=1}^a \lambda_{0i} r_i ; \quad (7)$$

$$Q = \frac{1 - e^{-\lambda_{00}t}}{\lambda_{00}} \sum_{i=1}^a \lambda_{0i} s_i . \quad (8)$$

Заметим, что  $\lambda_{0i} = \lambda_i$ , где  $\lambda_i$  – интенсивность появления  $i$ -го неблагоприятного фактора.

По формулам (7), (8) определяем уровень безопасности дорожного движения или уровень риска при известных значениях  $\lambda_i$ ,  $r_i$ . Как следует из выражения (8), удельный вклад  $i$ -го фактора в уровень аварийности равен:

$$Q = \frac{Q_i}{Q} = \frac{\lambda_i s_i}{\sum_{i=1}^a \lambda_i s_i} \quad (9)$$

Этот критерий позволяет определить факторы, оказывающие наиболее отрицательное влияние на безопасность дорожного движения. Как частный случай для одного неблагоприятного фактора ( $a = 1$ ) показатели безопасности дорожного движения принимают вид:

$$P = e^{-\lambda t} + (1 - e^{-\lambda t}) \cdot r = p(t) + q(t)r; \quad (10)$$

$$Q = (1 - e^{-\lambda t})s = q(t)s \quad (11)$$

Применение вероятностных показателей, позволяют решать многие задачи. Например ценить влияние на безопасность движения отдельного неблагоприятного фактора или некоторой совокупности неблагоприятных факторов и другие

### Литература:

1. Галушко В.Г. Вероятностно-статистические методы на автотранспорте. (Учебное пособие для ВУЗов по специальности экономика и организация автомобильного транспорта). – Киев.: Вища школа, 1987.– 197 с.

1. Галушко, В.Г. Вероятностно-статистические методы на автотранспорте. (Учебное пособие для ВУЗов по специальности экономика и организация автомобильного транспорта). – Киев.: Вища школа, 1987.– 197 с.

2. Христофоров, Е.Н. Вероятностно-статистические методы в дорожном движении // Монография. – Брянск.: изд-во БГСХА, 2005. – 200 с.

3. Шкрабак В.С., Христофоров Е.Н., Сакович Н.Е. Теория и практика обеспечения безопасности дорожного движения в АПК//Монография. – Брянск.: изд. БГСХА, 2008. – 282 с.

УДК 656.13.001

*соискатель Никитин А.М.  
Брянская ГСХА*

### **ВЫБОР ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ, МАКСИМАЛЬНО ЭФФЕКТИВНЫХ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ**

**Аннотация.** Разработана методика выбора мероприятий направленных на обеспечение безопасности дорожного движения в условиях ограниченных ресурсов и времени

Последнее время происходит значительное расширение круга задач, возлагаемых на руководителя АТП по управлению подчиненной системой. Постоянная тенденция к уменьшению располагаемых людских и экономических ресурсов в условиях ограниченного времени ставит руководителя в условия, когда традиционные подходы к решению задач по управлению подчиненной системой не дают желаемых результатов. Попытка решить их традиционными методами все чаще приводит к негативным последствиям. В большей степени такое состояние дел сказывается на функционировании системы В – ТС – Д и особенно сильно проявляется в области деятельности по обеспечению безопасности дорожного движения.

Практика все чаще показывает, что необходимо развитие новых, научно обоснованных методов управления автотранспортными предприятиями. Применительно к задаче выбора руководителем оптимального решения, где наиболее сильно сталкиваются интересы повышения безопасности дорожного движения, эффективности, эко-

номичности, развитие новых методов имеет большое практическое значение.

Рассматриваемая система В – ТС – Д относится к сложным человеко-машинным системам. Здесь нет необходимости описывать ее свойства, однако, одно характерное свойство нельзя оставить без внимания. Для рассматриваемых систем, типа В – ТС – Д, очень важна проблема единоличного руководителя. От его решения зависит выполнение поставленных перед предприятием задач, а на подготовительном этапе – подготовка транспортных средств и организации дорожного движения, а в конечном итоге финансовое состояние предприятия зависяет настолько, насколько эффективный путь решения этих задач избран руководителем.

Рассмотрим одну из задач, стоящих перед руководителем и персоналом автотранспортного предприятия. Это, как уже было отмечено выше, задача повышения безопасности дорожного движения (БДД) на этапе эксплуатации. Эта сложная задача может быть представлена набором задач более низкого уровня, вытекающим из анализа причинно-следственных связей возникновения дорожно-транспортных происшествий и опасных ситуаций. Исходя из этого анализа, мы вынуждены прийти к ряду мероприятий, направленных на устранение причин дорожно-транспортных происшествий (ДТП), что в конечном счете приведет к повышению БДД.

Предположим, что мы имеем перечень мероприятий, направленных на повышение БДД. Допустим, что мы имеем оценку ожидаемой эффективности каждого мероприятия и время, необходимое для его подготовки и проведения. Цель наших действий заключается в выборе из существующего перечня тех мероприятий, которые обеспечат максимальный уровень эффективности. Пусть значения ожидаемой эффективности каждого мероприятия найдены путем экспертных оценок (каждая в интервале от нуля до единицы) или каким-либо другим способом.

Задачу можно решать в следующих предположениях:

- а) мероприятия не накладываются во времени (т.е. выполняются последовательно одно за другим);
- б) мероприятия накладываются во времени только частями, идущими на подготовку мероприятий;
- в) мероприятия накладываются во времени каким-либо другим способом (например, и временем подготовки и временем выполнения).

Задача, поставленная в предположениях пункта в), требует более подробного анализа статистических данных на предмет совместимости мероприятий и применения методов теории принятия решений.

При условии, что число мероприятий счетно, но не представляет полную группу событий с точки зрения достижения полной безопасности дорожного движения, примем для удобства максимальный уровень эффективности, который можно достичь при выполнении всего комплекса мероприятий, равным единице.

Так как 
$$P_{\Sigma} = \sum_{i=1}^N P_i,$$

то 
$$\bar{P} = \frac{1}{P_{\Sigma}} \sum_{i=1}^N P_i = \sum_{i=1}^N \bar{P}_i, \text{ где } P_i = \frac{P_i}{P_{\Sigma}}$$

Тогда  $\bar{P}_i$  можно трактовать как условную ожидаемую эффективность  $i$ -го мероприятия из рассматриваемого перечня мероприятий, подлежащих выполнению (в дальнейшем полагаем эффективность мероприятий нормированными величинами).

Пусть исходный перечень содержит  $N$  мероприятий, причем, для каждого  $i$ -го мероприятий ( $i = 1, \dots, N$ ) известно:

$P_i$  - ожидаемая эффективность  $i$ -го мероприятия;

$T_i = T_{in} + T_{inp}$  время каждого  $i$ -го мероприятия,

где  $T_{in}, T_{inp}$  - время подготовки и проведения  $i$ -го мероприятия соответственно.

Введем функцию состояния  $\alpha$  ( $\alpha_1, \dots, \alpha_N$ ),

где  $0$ , если  $i$ -ое мероприятие не проводится;

$1$ , если  $i$ -ое мероприятие проводится

Тогда с учетом сделанных предположений:

$$\begin{aligned} P_{\Sigma} &= P_{\Sigma}(\alpha_1, \dots, \alpha_N) = \sum_{i=1}^N P_i \alpha_i \\ T_{\Sigma} &= T_{\Sigma}(\alpha_1, \dots, \alpha_N) = \sum_{i=1}^N T_i \alpha_i \end{aligned} \tag{1}$$

где  $P_{\Sigma}$  и  $T_{\Sigma}$  - показатели суммарной эффективности и суммарного времени, зависящие от значения функции  $\alpha(\alpha_1, \dots, \alpha_N)$ .

Опишем три типа задач, возникающих при рассмотрении системы (1).

1. Пусть задан ресурс времени  $T_p$ , т.е. время, отпущенное на подготовку и проведение комплекса мероприятий из заданного перечня. Необходимо обеспечить максимальный уровень эффективности.

$$\begin{aligned} \max P_{\Sigma}(\alpha_1, \dots, \alpha_N) &= \max \sum_{i=1}^N P_i \alpha_i \\ T_{\Sigma}(\alpha_1, \dots, \alpha_i) &= \sum_{i=1}^N P_i \alpha_i \geq P_3 \end{aligned} \quad (2)$$

2. Пусть задан уровень эффективности  $P_3$ , который необходимо достигнуть за минимальное время:

$$\begin{aligned} \min T_{\Sigma}(\alpha_1, \dots, \alpha_N) &= \min \sum_{i=1}^N T_i \alpha_i \\ P_{\Sigma}(\alpha_1, \dots, \alpha_N) &= \sum_{i=1}^N P_i \alpha_i \geq P_3 \end{aligned} \quad (3)$$

3. Необходимо за минимальное время в интервале  $(0, T_p)$  обеспечить максимальный уровень эффективности:

$$\begin{aligned} \min T_{\Sigma}(\alpha_1, \dots, \alpha_N) &= \min \sum_{i=1}^N T_i \alpha_i \\ \max P_{\Sigma}(\alpha_1, \dots, \alpha_N) &= \max \sum_{i=1}^N P_i \alpha_i \\ T_{\Sigma}(\alpha_1, \dots, \alpha_N) &\leq T_p \end{aligned} \quad (4)$$

Все три задачи имеют смысл в различных ситуациях, возникающих на практике при разработке перечня мероприятий, направленных на обеспечение безопасности дорожного движения. Методически можно воспользоваться решением одной задачи для приближенного решения другой.

Заметим, что функции  $P_{\Sigma}(\alpha_1, \dots, \alpha_N)$ ,  $T_{\Sigma}(\alpha_1, \dots, \alpha_N)$  дискретны, что затрудняет решение задач. Наиболее просто решается задача (3). Для её решения удобно использовать критериальный подход, оценивая каждое мероприятие в отдельности по критерию  $P_i / T_i$ , который можно трактовать как приращение эффективности в единицу времени при выполнении  $i$ -го мероприятия. Такая трактовка критерия  $P_i / T_i$  вполне допустима, хотя формально об эффективности мероприятия, как о величине действительно определенной, можно

говорить только по окончании мероприятия, т.е. в момент времени  $T_i$ , когда мероприятие выполнено. Это условие и является причиной дискретности исходных функций (1). Для функций  $P$  и  $T$  непрерывных во времени, параметр  $P/T$  имеет конкретный физический смысл как и величина  $dP_i/dT_i$  – приращение эффективности в единицу времени (производная эффективности по времени).

### **Литература:**

1. Денисов, А.А., Колесников Д.Е. Теория больших систем управления. Л.: Энергоиздат, 1982.
2. Отнес Р., Эноксон Л. Прикладной анализ временных рядов. М.: Мир, 1982.
3. Пугачев, В.С. Теория вероятностей и математическая статистика. М.: Наука, 1979.
4. Пугачев В.С., Синицин И.Н. Стохастические дифференциальные системы. М.: Наука, 1985.

УДК 656.001(038)

*соискатель Никитин А.М.  
Брянская ГСХА*

## **РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ДОСТИЖЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ**

**Аннотация.** Разработана методика выбора мероприятий направленных на обеспечение безопасности дорожного движения за минимальное время, ограниченное в интервале  $(0, T_p)$  критериальным методом.

Рассмотрим более подробно задачу (3). Для её решения был предложен критерий  $P_i/T_i$ . Покажем, что комплекс мероприятий, подобранных в порядке убывания величины  $P_i/T_i$  начиная с максимального и удовлетворяющий условию задачи (3):

$$T_{\Sigma}(\alpha_1, \dots, \alpha_N) \leq T_p$$

будет являться решением рассматриваемой задачи, Исходная система имеет вид:

$$\begin{aligned} \min T_{\Sigma}(\alpha_1, \dots, \alpha_N) &= \min \sum_{i=1}^N T_i \alpha_i \\ \max P_{\Sigma}(\alpha_1, \dots, \alpha_N) &= \max \sum_{i=1}^N P_i \alpha_i \\ T_{\Sigma}(\alpha_1, \dots, \alpha_N) &= \sum_{i=1}^N T_i \alpha_i \leq T_P \end{aligned} \quad (1)$$

Пусть найдено решение этой системы, представленное вектором.

$$\alpha_0 = \alpha(\alpha_1^0, \dots, \alpha_N^0)$$

тогда система запишется в виде:

$$\begin{aligned} \min T_{\Sigma}(\alpha_1, \dots, \alpha_N) &= \min \sum_{i=1}^N T_i \alpha_i^0 \\ \max P_{\Sigma}(\alpha_1, \dots, \alpha_N) &= \max \sum_{i=1}^N P_i \alpha_i^0 \\ T_{\Sigma}(\alpha_1, \dots, \alpha_N) &= \sum_{i=1}^N T_i \alpha_i^0 \leq T_P \end{aligned} \quad (2)$$

Домножим первое уравнение системы на некоторую величину  $\lambda$  ( $\lambda > 0$ ) и вычтем из второго уравнения системы:

$$\begin{aligned} \min T_{\Sigma}(\alpha_1, \dots, \alpha_N) &= \min \sum_{i=1}^N T_i \alpha_i^0 \\ \max P_{\Sigma}(\alpha_1, \dots, \alpha_N) - \min \lambda T_{\Sigma}(\alpha_1, \dots, \alpha_N) &= \sum_{i=1}^N P_i \alpha_i^0 - \sum_{i=1}^N \lambda T_i \alpha_i^0 \end{aligned}$$

$$T_{\Sigma}(\alpha_1, \dots, \alpha_N) = \sum_{i=1}^N T_i \alpha_i^0 \leq T_P \quad (3)$$

Полученная система равносильна следующей системе:

$$\begin{aligned} \min T_{\Sigma}(\alpha_1, \dots, \alpha_N) &= \min \sum_{i=1}^N T_i \alpha_i^0 \\ \max P_{\Sigma}(\alpha_1, \dots, \alpha_N) - \min \lambda T_{\Sigma}(\alpha_1, \dots, \alpha_N) &= \sum_{i=1}^N P_i \alpha_i^0 - \sum_{i=1}^N \lambda T_i \alpha_i^0 \\ \sum_{i=1}^N T_i \alpha_i^0 &\leq T_P \end{aligned} \quad (4)$$

Рассмотрим второе уравнение системы (8). Значения функций  $P_{\Sigma}$  и  $T_{\Sigma}$  определены на положительной вещественной оси. Очевидно, что всегда найдется такая величина  $\lambda$  ( $\lambda > 0$ ), что выполнится условие:  $P_{\Sigma} > \lambda T_{\Sigma}$

Тогда будет справедливо следующее соотношение:

$$\max(P_{\Sigma} - \lambda T_{\Sigma}) = \max - \lambda \min T_{\Sigma} \quad (5)$$

Справедливо также и обратное

$$\max(P_{\Sigma} - \lambda \min T_{\Sigma}) = \max(P_{\Sigma} - \lambda T_{\Sigma}) \quad (6)$$

Тогда второе уравнение системы (8) с учетом (10) запишется в виде

$$\max(P_{\Sigma} - \lambda T_{\Sigma}) = \sum_{i=1}^N (P_i - \lambda T_i) \alpha_i^0 \quad (7)$$

Обозначим выражение, стоящее в скобках в левой части уравнения (7) через  $Q_{\lambda}$

$$Q_{\lambda} = P_{\Sigma} - \lambda T_{\Sigma}$$

или

$$Q_{\lambda} = \sum_{i=1}^N (P_i - \lambda T_i) \alpha_i \quad (8)$$

Тогда, очевидно, задача заключается в нахождении экстремума функционала  $Q_\lambda$  при заданных фиксированных значениях  $\lambda$  ( $\lambda > 0$ ), к удовлетворению третьего условия системы (8).

Пусть необходимо обеспечить максимум функционала  $Q_\lambda$ . Для этого в него должны быть включены все неотрицательные члены, а именно должно быть выполнено условие:

$$P_i - \lambda T_i \geq 0$$

или

$$P_i / T_i \geq 0 \quad (9)$$

Из последнего становится очевиден физический смысл величины  $\lambda$ : величина задает уровень параметра  $P_i / T_i$ , а следовательно, и ряд мероприятий, удовлетворяющих этому уровню  $\lambda$  и составляющих, таким образом экстремум функционала  $Q_\lambda$ . Таким образом, решением системы (8) будет являться ряд мероприятий, составляющих экстремум функционала  $Q_\lambda$  к удовлетворяющих третьему условию системы

$$T_\Sigma(\alpha_1, \dots, \alpha_N) \leq T_P$$

Покажем связь между заданным ресурсом времени  $T_P$  и величиной  $\lambda$ . Так как ряд мероприятий, составляющих решение, отбирается по критерию (13)  $P_i / T_i \geq \lambda$  вектор  $\alpha$  и суммарное время  $T_\Sigma$  зависят от величины  $\lambda$ :

$$\alpha = \alpha(\lambda)$$

$$T_\Sigma = T_\Sigma(\alpha(\lambda))$$

Тогда варьируя параметр  $\lambda$ , можно легко найти такое его значение, что суммарное время мероприятий, составляющих экстремум функционала  $Q_\lambda$ , будет удовлетворять условию:

$$T_\Sigma(\alpha(\lambda)) \leq T_P$$

Обозначим это значение  $\lambda$  через  $\lambda_P$ , а соответствующее ему зна-

чение  $T_{\Sigma} T_j$  через  $T_p$ . Тогда комплекс мероприятий, соответствующих вектору  $\alpha(\lambda_p)$ , и будет являться решением системы (8):

$$\alpha^0 = \alpha(\lambda_p)$$

Поясним последнее с помощью диаграммы (рис. 1). Решение системы (8) строится следующим образом: мероприятия на диаграмме расположены в порядке убывания параметра  $P_i/T_i$ .

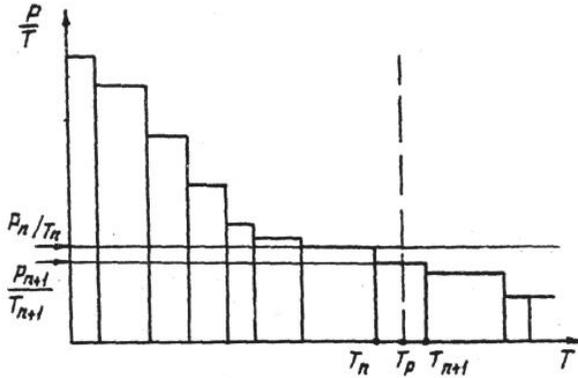


Рисунок 1 – Диаграмма зависимости  $\frac{P}{T}$  от  $T$

Последнее мероприятие, входящее в интервал  $[0, T_p]$  и последующее, уже не лежащее в интервале, но возможно имеющее с ним общий отрезок пересечения (по оси  $T$ ), обозначим через  $n$  и  $n + 1$  соответственно. Тогда величины  $P_{n+1}/T_{n+1}$   $P_n/T_n$  будут определять уровень параметра  $\lambda$ :

$$\frac{P_{n+1}}{T_{n+1}} \leq \lambda_p \leq \frac{P_n}{T_n} \quad (10)$$

Этому интервалу величины  $\lambda$  соответствует единственное значение  $T_{\Sigma}(\alpha(\lambda_p)) \leq T_p$ , где  $\alpha(\lambda_p)$  описывает комплекс мероприятий, являющихся решением системы (8). Полученное решение позволяет утверждать, что большей эффективности, чем  $P_{\Sigma}(\alpha(\lambda_p))$  за рав-

ное или меньшее время, чем  $T_{\Sigma}(\alpha(\lambda_p))$  достигнуть невозможно.

Для построенного в порядке убывания параметра  $P_i/T_i$  ряда мероприятий этот вывод справедлив для каждого момента времени  $T_i$ .

Итак, в процессе решения задачи 3 был построен ряд мероприятий, обеспечивающий максимальную эффективность за минимальное время. Условие ограничения ресурса времени в этой задаче влияло лишь на количество мероприятий, подлежащих выполнению в соответствии с условием:

$$T_{\Sigma} \leq T_p$$

Алгоритм решения задачи 3 при этом не меняется.

Алгоритм решения задачи 2

По условию задачи 1:

$$\max P_{\Sigma}(\alpha_1, \dots, \alpha_N) = \max \sum_{i=1}^N P_i \alpha_i$$

$$T_{\Sigma}(\alpha_1, \dots, \alpha_N) = \sum_{i=1}^N T_i \alpha_i \leq T_p \quad (11)$$

необходимо обеспечить максимальный уровень эффективности при заданном ресурсе времени.

Рассмотрим отличие решения задачи 2 от решения задачи 3.

Решением задачи 2 будет являться комплекс мероприятий, обеспечивающий максимальную эффективность за ограниченное время, таким образом, в первой задаче, в отличие от третьей, не требуется обеспечения минимального времени при достижении максимальной эффективности. Это значит, что проигрывая во времени по сравнению с суммарным временем задачи 3 ( $T_{\Sigma_3} = T_n$  (см. рисунок 1) , можно выиграть в суммарной эффективности:

$$P_{\Sigma_2} > P_{\Sigma_3} \quad (P_{\Sigma_3} = P_n)$$

Однако решение задачи 3 совпадает с решением задачи 2, когда

$T_{\Sigma_3} - T_p$ , так как большей эффективности за время меньшее или равное  $T_{\Sigma_3}$  ( $T_{\Sigma_3} = T_n$ ) достичь невозможно. Пользуясь этим выводом, имеем довольно простую оценку суммарной эффективности  $P_{\Sigma_1}$  для первой задачи (см. рис. 1).

$$P_n \leq P_{\Sigma_1} \leq P_{n+1} \quad (12)$$

Этот интервал можно сузить, заменяя верхний предел  $P_{n+1}$  на величину  $P_n + \Delta S$ , где  $\Delta S$  – площадь, заштрихованная на рисунке 2. Она эквивалентна эффективности мероприятия  $P_{n+1}$ , если время его проведения равно  $\Delta T = T_p - T_n$ , то есть (см. рис. 2).

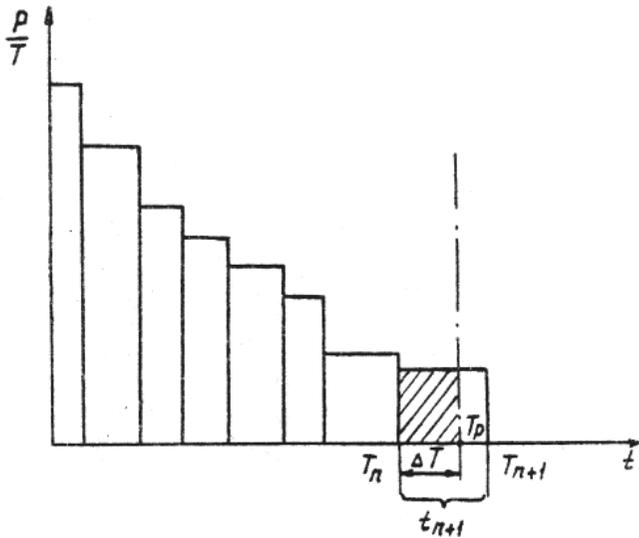


Рисунок 2 – Диаграмма зависимости  $\frac{P}{T}$  от  $t$

$$\Delta S = \frac{P_{n+1}}{T_{n+1}} \Delta T$$

Все остальные оставшиеся мероприятия имеют величины параметров  $P_i / T_i$  меньшие, чем  $P_{n+1} / T_{n+1}$ , поэтому большей площади, чем  $\Delta S$ , а следовательно, и большей эффективности за время  $\Delta T$  получено быть не может.

Для удобства введем относительную величину  $\delta$ :

$$\delta = \frac{\Delta S}{P_n}; \quad T_n \langle T_p$$
$$\delta = 0; \quad T_n = T_p$$

Тогда мы всегда сможем сказать, с какой относительной погрешностью суммарная эффективность  $P_{\Sigma_3}$  (для решения задачи 3) аппроксимирует суммарную эффективность  $P_{\Sigma_1}$ . В зависимости от величины  $\delta$  можно судить, с какой степенью точности решение задачи 3 можно считать решением задачи 1. Если  $\delta$  велика, то предлагается следующий метод поиска решения:

1. Оценим величину неиспользованного времени для комплекса мероприятий, являющегося решением задачи 3:  $\Delta T = T_p - T_n$ .

2. Сравним времена оставшихся мероприятий из упорядоченного ряда с величиной  $\Delta T$ . При наличии мероприятий, времена которых удовлетворяют неравенству  $T_i \leq \Delta T$ , решаем на интервале  $\Delta T$

задачу 3. Соответственно  $P_{\Sigma} = P_{\Sigma_{3,\Delta T}}$ . Если мероприятий, времена которых удовлетворяют условию  $T_i \leq \Delta T$ , нет, отбрасываем последнее мероприятие ряда, являющееся решением задачи 3 и решаем задачу 3 на расширенном интервале времени (см. рис. 3).

$$\Delta T + t_n$$

выбирая мероприятия из оставшихся, за исключением отброшенного.

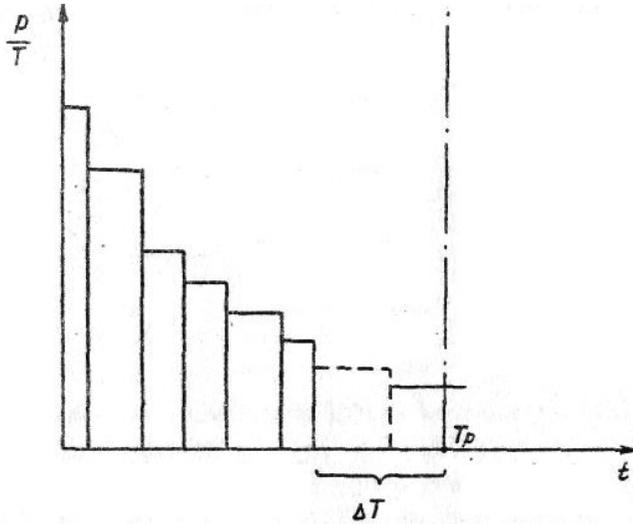


Рисунок 3 – Диаграмма зависимости  $\frac{P}{T}$  от  $t$

3. Находим относительную погрешность  $\delta$ , предварительно сравнивая получившуюся суммарную эффективность с первоначальной  $P_{\Sigma_3}$ .

Решение задачи целесообразно вести подобным образом, отбрасывая мероприятия и расширяя временной интервал уточняя решения, пока не минимизируются величины

$$\Delta T = T_p - T_n \quad \text{и} \quad \delta = \Delta S / P_n$$

4. Проверка на замещение мероприятий упорядоченного ряда.

Из  $P_{n+1}$  (см. рис. 4.2) надо вычесть  $P_i$ , для которых выполняется условие  $t \geq \Delta T'$ , где  $\Delta T' = T_{n+1} - T_p$  и выбрать из них мероприятия с минимальной эффективностью  $P_i$ .

Если выполняется условие

$$P_{n+1} - P_i > P_{\Sigma_3, \Delta T} \tag{14}$$

где  $P_{\Sigma} = P_{\Sigma_{3,\Delta T}}$  – решение 3 задачи на интервале  $\Delta T = T_p - T_n$ , то исключаем мероприятие  $P_i$  из списка мероприятий, подлежащих выполнению. Суммарная эффективность тогда будет равна  $P_{\Sigma} = P_n + P_{n+1} - P_i$ .

Она по условию (16) больше, чем  $P_{\Sigma} = P_n + P_{\Sigma_{3,\Delta T}}$ , то есть  $P_{\Sigma}$  найденное в пункте 2, так как

$$P_n + P_{n+1} - P_i > P_n + P_{\Sigma_{3,\Delta T}}$$

Полученные результаты позволяют оперативно решать задачу выбора мероприятий, обеспечивающих максимально возможную эффективность в условиях ограниченных ресурсов и дефиците времени. Область применения методики достаточно широка и определяется физическим смыслом заложенным в эффективность мероприятий  $P_i$ , дефицит ресурсов и времени  $T$ . Это может быть областью обеспечения безопасности движения, эффективности выполнения учебных задач, модернизации и совершенства производственных процессов.

### Литература:

1. Денисов А.А., Колесников Д.Е. Теория больших систем управления. Л.: Энергоиздат, 1982.
2. Отнес Р., Эноксон Л. Прикладной анализ временных рядов. М.: Мир, 1982.
3. Пугачев В.С. Теория вероятностей и математическая статистика. М.: Наука, 1979.
4. Пугачев В.С., Синицин И.Н. Стохастические дифференциальные системы. М.: Наука, 1985.
5. Христофоров Е.Н. Предотвращение аварийности и травматизма водителей сельскохозяйственных транспортных средств путем инженерно-технических мероприятий. //Дисс. док. техн. наук. – С-Пб, 2009. – 351 с.  
УДК 656.001(038)

*соискатель Никитин А.М.*

*Брянская ГСХА*

## **АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ АВАРИЙНОСТИ В БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ В 2013 ГОДУ**

**Аннотация.** Представлен статистический анализ аварийности на дорогах Брянского региона.

Брянская область образована в 1944 году, расположена на юго-западе России и является субъектом Центрального федерального округа Российской Федерации. Ее протяженность с запада на восток составляет 270 км, с севера на юг - 190 км. Площадь Брянской области - 34857 кв. км, из которой 38% составляет пашня и 33,6% - лесной фонд.

Демографическое развитие области характеризуется сохранением негативных тенденций. По данным УФПС по Брянской области численность постоянного населения Брянской области на 01 января 2013 года по сравнению с аналогичным периодом прошлого года снизилась и составила 1253666 человек (на 01 января 2012 года - 1264416). Количество городского населения составило 69,3% (869220), сельского – 30,7% (384446).

Протяженность федеральных дорог на территории Брянской области составляет:

– Федеральная дорога М-3 «Украина», протяженность дороги – 162 км, из которых участки с капитальным покрытием составляют 22 км, остальные участки из цементно-бетонного покрытия, из них требует ремонта по нормам обеспечения безопасности движения – 100%.;

– Федеральная дорога М-13 «Брянск-Новозыбков», протяженность дороги – 216 км. На всей протяженности имеет капитальное асфальтобетонное покрытие не требующее ремонта по нормам обеспечения безопасности движения.

– Федеральная дорога А-141 «Орёл-Брянск-Смоленск», протяженность дороги – 249 км. На всей протяженности имеет капитальное асфальтобетонное покрытие не требующее ремонта по нормам обеспечения безопасности движения.

– Федеральная дорога А-141 Орел-Брянск-Смоленск (на участке обход г.Брянска), протяженность дороги – 32 км, из которых участки с капитальным покрытием составляют 32 км. Капитальный ремонт покрытия выполнен в 2011 году на 100% протяженности.

*Дороги общего пользования* имеют общую протяженность 5322,64 км, из них:

- протяженность дорог II категории - 36,67 км,
- протяженность дорог III категории - 374,42 км,
- протяженность дорог IV категории - 4820,26 км,
- протяженность дорог V категории - 64,04 км,
- протяженность дорог без категории - 26,25 км.

В 2013 году на территории Брянской области обстановка с аварийностью на автотранспорте оставалась достаточно сложной. Зарегистрировано **1494** дорожно-транспортных происшествий, в которых **261** человек погиб и **1860** получили ранения различной степени тяжести. Тяжесть последствий составила 12,3 погибших на 100 пострадавших человек (РФ – 9,5; ЦФО – 9,4).

Состояние аварийности за последние годы представлено на рисунке 1



Рисунок 1 – Состояние аварийности за 2007 – 2013 гг

Увеличение числа происшествий отмечено в 12 районах области, особенно: Навлинском (+64,1%), Жуковском (+58,3%), Новозыковском (+42,1%), Суражском, Володарском (+25,0%), Фокинском (+21,1%), Мглинском (+18,2%). Количество погибших возросло в: Бежицком, Володарском, Брянском, Брасовском, Дубровском, Дятьковском, Клетнянском, Клинцовском, Комаричском, Мглинском, Навлинском, Стародубском, Суражском, Трубчевском и Унечском. Велик показатель тяжести последствий в Клетнянском, Комаричском, Севском, Трубчевском и Унечском районах, где в результате дорожно – транспортных происшествий (ДТП) каждый четвертый пострадавший получил смертельные травмы.

Рост трех основных показателей аварийности зафиксирован в Бежицком, Володарском, Брянском, Навлинском и Суражском районах.

Причины ДТП представлены на рисунке 2.

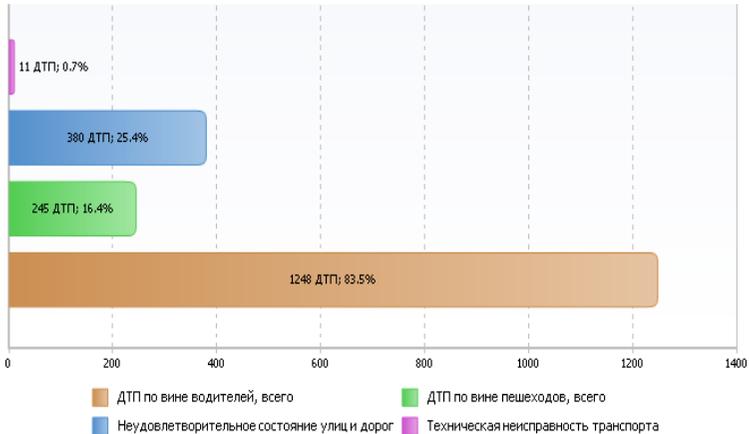


Рисунок 2 – Причины ДТП

Количество пострадавших в дорожно-транспортных происшествиях составило 2121 человек (+2,9% к 2012 году). По категориям участников движения они распределились следующим образом:

Распределение пострадавших в ДТП по категориям показано в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение пострадавших по категориям

Категории участников движения	Погибло		Ранено		Тяжесть последствий
	Человек	% от всех погибших	Человек	% от всех раненых	
Водители	93	35,6	692	37,2	11,8
Пассажиры	71	27,2	722	38,8	9,0
Пешеходы	88	33,7	383	20,6	18,7
Иные	9	3,5	63	3,4	12,5
<b>ИТОГО:</b>	<b>261</b>	<b>100,0</b>	<b>1860</b>	<b>100,0</b>	<b>12,3</b>

Наиболее пострадавшей категорией участников движения являются пассажиры транспортных средств – 793 человека или 37,4% от общего числа погибших и раненых. В сравнении с аналогичным пе-

риодом прошлого года возросло количество погибших в ДТП пассажиров – на 16,4%, пешеходов – на 37,5%.

Социальное положение пострадавших в ДТП представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Социальное положение пострадавших

Социальное положение	Погибло	% к АППГ	Ранено	% к АППГ
Рабочие	38	-25,5	432	-6,7
Служащие	11	266,7	93	19,2
Военнослужащие	0	0	17	240
Пенсионеры	41	32,3	214	0
Безработные	115	-14,8	705	-7,4
Учащиеся	16	6,7	185	-19,6
Предприниматели	0	0	18	-10
Сотрудники МВД	3	200	29	26,1
Иные	37	1750	165	469
Всего:	261	9,7	1860	2,0

Наибольшую часть пострадавших составляют безработные лица – 820 человек (38,7% от всех травмированных на автодорогах). 470 (22,2%) – пострадало рабочих, 255 (12,0 %) – пенсионеров, 201 (9,5%) – учащихся, 104 (4,9%) – служащих.

По дням недели пик аварийности пришелся на воскресенье (15,8% ДТП), в указанный день возросло число ДТП в сравнении с 2012 годом (+3,1%). Наибольшей тяжестью последствий характерны ДТП, зарегистрированные в понедельник и среду (17,4 и 14,0 погибших на сто пострадавших соответственно, рисунок 3).

В течение суток пик аварийности пришелся на вечернее время, отрезки с 18 до 22 часов. В указанный промежуток времени зарегистрировано максимальное число погибших и раненых в автоавариях людей (303 или 20,3%).

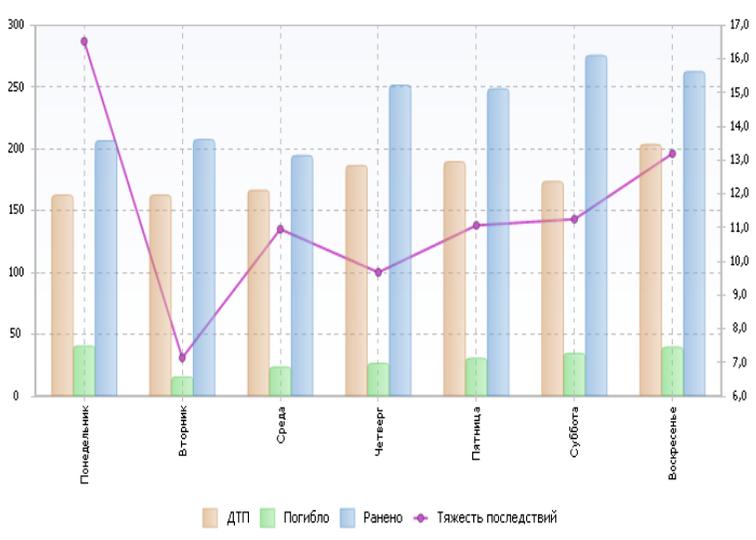


Рисунок 3 – Распределение ДТП по дням недели

Наибольший риск получить смертельные травмы в ДТП приходится на период времени с 02 до 03 часов, когда отмечена максимальная тяжесть последствий (рисунок 4).

Распределение количества ДТП и тяжести последствий по времени суток за 2013 г.

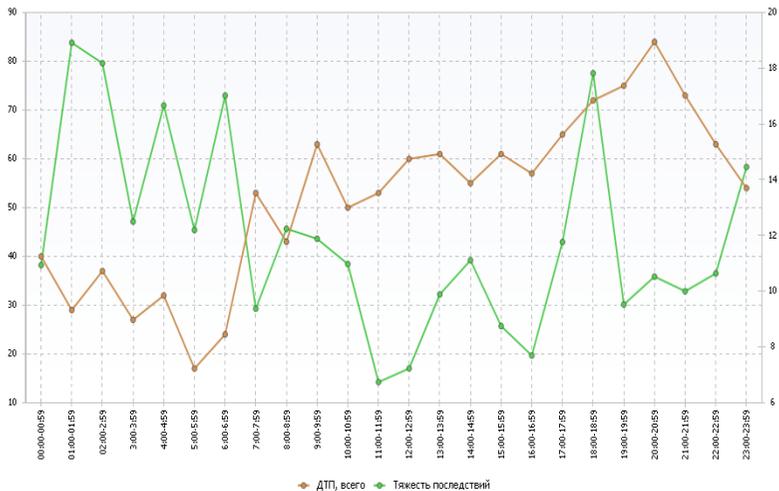


Рисунок 4 – Распределение ДТП по времени суток

В темное время суток на улицах и автодорогах области зарегистрировано 567 дорожно-транспортных происшествий, что на 5,6% больше, чем в предыдущем году. Доля ДТП в темное время суток составила 34,0% от общего количества происшествий. Число таких ДТП возросло в г. Брянске, Брянском, Выгоничском, Гордеевском, Дубровском, Жуковском, Комаричском, Навлинском, Новозыбковском, Погарском, Суземском и Суражском районах.

Столкновение транспортных средств и наезд на пешехода остаются самыми доминирующими видами дорожно-транспортных происшествий, их зарегистрировано – соответственно 39,3% и 29,9% от всех ДТП. 14,1% приходится на долю опрокидываний автотранспортных средств (рисунк 5).

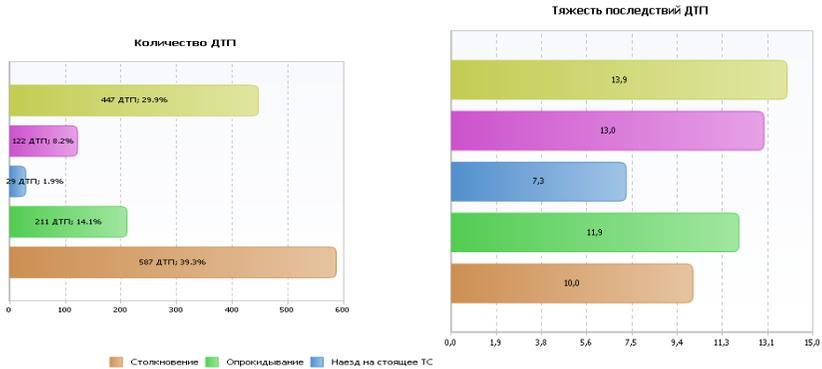


Рисунок 5 – Виды ДТП

Количество ДТП, связанных с нарушениями, допущенными водителями мотоциклов (включая «мопеды», «скутера») возросло на 9,4% и составило 244 происшествия, в них 23 (-11,5%) человека погибли и 280 (+11,1%) получили ранения различной степени тяжести.

Увеличилось количество автоаварий по вине водителей «двухколесного» транспорта в следующих районах: Навлинском (+175,0%), Почепском (+166,7%), Новозыбковском (+140,0%), Володарском (+125,0%), Комаричском (+100,0%), Трубчевском (+80,0%), Жуковском (+66,7%), Погарском (+60,0%), Бежицком (+22,7%), Брянском (+17,6%), Стародубском, Унечском (+14,3%).

В 52 случаях пострадавшие в автоавариях мотоциклиста нарушали правила применения мотошлемов. Рост указанных ДТП допу-

шен в г. Брянске, Дятьковском, Жуковском, Злынковском, Клинцовском, Новозыковском и Стародубском районах.

38 ДТП (15,6% от общего количества с мотоциклистами) совершено лицами, не имеющими права управления данным видом транспортных средств. 18 автоаварий допущены на незарегистрированном мототранспорте. Виновниками 44 происшествий стали водители, находившиеся в состоянии алкогольного опьянения.

Аварийность среди данной категории участников дорожного движения носит сезонный фактор. С наступлением теплого времени года проблема приобретает наиболее острое значение. Осложняет положение дел массовое появление на автодорогах мотороллеров, скутеров иностранного производства.

Несмотря на реализованный комплекс мер в области обеспечения правопорядка на дорогах региона, в истекшем году обстановка с аварийностью оставалась довольно сложной и напряженной. Высок удельный вес ДТП по вине нетрезвых водителей. Возросло число наездов на пешеходов на нерегулируемых пешеходных переходах.

Наиболее пострадавшей категорией участников движения продолжают оставаться водители и пассажиры транспортных средств.

Число дорожно-транспортных происшествий значительно возросло на автодорогах федерального значения, в том числе: «Украина», «Орел-Брянск-Смоленск».

Количество дорожно-транспортных происшествий на протяжении года распределилось неравномерно. Пик аварийности пришелся на летние месяцы, достигая наивысшего значения в августе.

Максимальное число ДТП регистрировалось в воскресенье. Самым «аварийноопасным» отмечено время с 18 до 22 часов. Наибольшему риску получения смертельных травм подвергались участники дорожного движения с 02 до 03 часов.

Основное количество ДТП допущено из-за нарушений ПДД водителями транспортных средств. Основное количество ДТП совершено водителями легкового транспорта.

Наиболее распространенными причинами ДТП, из-за нарушений ПДД водителями, были: несоответствие скорости конкретным дорожным условиям, несоблюдение очередности проезда, несоблюдение дистанции, управление транспортом в состоянии опьянения, выезд на полосу встречного движения, нарушения правил проезда пешеходных переходов.

Наиболее распространенными видами дорожно-транспортных происшествий являются столкновения и наезд на пешехода. Особо выражена проблема аварийности из-за нарушений ПДД пешеходами в

городах и населенных пунктах. Несмотря на ужесточение административного законодательства, по-прежнему остается высоким число наездов на пешеходных переходах.

Требуется внимания проблема детского дорожно-транспортного травматизма. Значительно увеличилось число ДТП участием детей в возрасте от 10 до 14 лет.

С недостатками в транспортно-эксплуатационном состоянии улиц и дорог связана четверть совершенных ДТП. Наиболее характерна указанная проблема для областного центра. Наиболее часто фиксировалось отсутствие горизонтальной разметки.

### **Литература:**

1. Статистический сборник ГИБДД УВД по Брянской области

УДК 621:006.354

*д.т.н., профессор, Погоньшев В.А.,  
к.т.н., доцент, Панкова Е.А.,  
ассистент, Логунов В.В.  
Брянская ГСХА*

## **АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В ПОДРАЗДЕЛЕНИЯХ БГСХА**

**Введение.** Без энергии жизнь человечества немыслима. Все мы привыкли использовать в качестве источников энергии органическое топливо — уголь, газ, нефть. Однако их запасы в природе, как известно, ограничены. И рано или поздно наступит день, когда они иссякнут. Поэтому можно со временем использовать альтернативные источники энергии.

Скажем солнцу. Этот великан каждую секунду расходует на тепло и свет 4200 тонн своего вещества. Каждые сутки масса солнца уменьшается почти на 400 миллиардов кг. Солнце тает на глазах, однако волнения тут излишни — его хватит примерно ещё на 100 миллиардов лет. Хуже с плотностью энергии: на 1 м<sup>2</sup> освещённой поверхности солнцем приходится только 100 Вт. А уж как людям удастся взять этот «урожай» — это другой вопрос. Гораздо хуже то, что ни один из методов преобразования солнечных лучей пока не рентабелен.

**Постановка задачи.** Целью работы явилось повышение энергоэффективности Брянской сельскохозяйственной академии. Основ-

ные пути повышения энергоэффективности: установка мини ГЭС, солнечных батарей, ветровых электростанций, замена ламп на энерго-сберегающие, установка датчиков движения.

**Методы испытаний.** Особое внимание необходимо уделить водоснабжению. Для этого необходимо установить малую гидро-электростанцию. Место установки мини ГЭС - плотина в с. Кокино Брянской области. Преимущества МГЭС: отсутствие нарушений природного ландшафта и окружающей среды в процессе строительства на этапе эксплуатации; отсутствует отрицательное влияние на качество воды; она не теряет первоначальных свойств и может использоваться для водоснабжения населения, практически отсутствует зависимость от погодных условий, обеспечивается устойчивая подача дешевой электроэнергии потребителю в любое время года. Цены МГЭС: МГЭС-10Пр-475000рублей, МГЭС-50Пр-2500 000 рублей.

Солнечная батарея - несколько объединенных фотоэлектрических преобразователей, прямо преобразующих солнечную энергию в постоянный электрический ток. Срок службы более 25 лет (80% мощности), стоимость 16900 рублей.

Ветровые электростанции - это мачта, наверху которой размещается контейнер с генератором и редуктором. К оси редуктора ветряной электростанции прикреплены лопасти.

О применении светодиодного освещения для теплиц известно достаточно давно. Во многих странах специалисты уже получили превосходные результаты и используют данную технологию экономии средств и электроэнергии. Преимущества такого освещения: экономия электроэнергии, долгий срок службы, низкая теплоотдача, выбор желаемого цвета. Единственный недостаток ламп - это высокая цена.

**Результаты эксперимента и их обсуждение.** Анализ затрат на энергоносители за 5 лет в БГСХА показывает, что проводимые мероприятия академией дают в последние 3 года существенные положительные результаты (рис. 1 и 2).

В результате анализа потерь электроэнергии разрабатывается программа мероприятий по их снижению. Потенциал энергосбережения  $D\mathcal{E}_{\text{пот}}$  представляет собой разность между фактическим годовым энергопотреблением  $\mathcal{E}_{\text{факт}}$  и потреблением при нормативных условиях работы,  $\mathcal{E}_{\text{нор}}$ .

$$D\mathcal{E}_{\text{пот}} = \mathcal{E}_{\text{факт}} - \mathcal{E}_{\text{нор}}$$

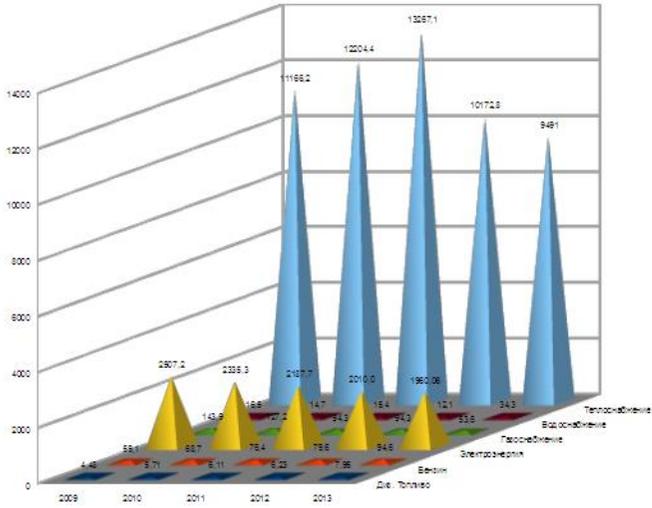


Рисунок 1. Динамика энергоносителей в БГСХА за последние 5 лет в натуральных единицах

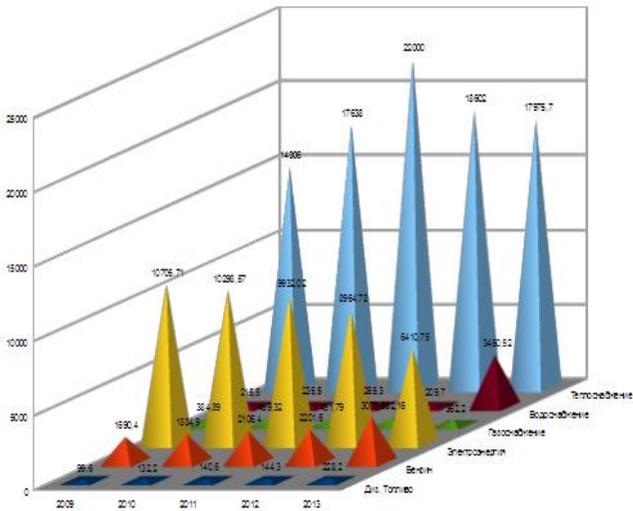


Рисунок 2. Динамика энергоносителей в БГСХА за последние 5 лет в тыс. руб.

Величина реализации потенциала энергосбережения для каждого конкретного объекта зависит от внедрения проекта энергоэффективности, который разработан с учетом технической возможности и экономической целесообразности применения.

Ориентировочно величину экономии энергоресурсов, которой располагает обследуемое учреждение, можно оценить, используя результаты многочисленных энергетических обследований. Цифры экономии получены на основании реализации экономически эффективных энергосберегающих проектов.

Основные содержание работы: анализ имеющегося осветительного оборудования в селе Кокино, разработка рекомендаций и модернизация данной системы, расчет альтернативных источников энергии.

**Выводы.** Ожидаемые результаты: экономия денежных средств в селе Кокино на электроэнергию в размере минимум 300 тыс. рублей в год, улучшение качества освещения в Кокино. Простая ревизия всех потребителей электроэнергии с их частичным ремонтом снижает затраты на электроэнергию до 20% (501650рублей); минимальная стоимость МГЭС составляет 230000 рублей; солнечная батарея приблизительно стоимостью 14500 рублей; ветровой электростанции 800000 рублей; энергосберегающие лампы стоимостью от 112 рублей. Итого: сумма доходов будет колебаться от 700 тыс. рублей до 1 млн. рублей в год.

УДК.621.

*к.т.н., доцент, Прыгов Н.М.,  
к.т.н., доцент, Широбокова О.Е.,  
учащаяся Прыгова В.В.  
Брянская ГСХА*

## **К ВОПРОСУ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГАРМОНИЧЕСКИХ ИСКАЖЕНИЙ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ**

Для количественной оценки гармонических искажений формы тока и напряжения используются следующие основные показатели:

- коэффициент мощности;
- крест-фактор (коэффициент амплитуды);
- мощность нелинейных искажений;
- гармонический спектр;
- величины гармонических искажений.

**Коэффициент мощности** (PF) представляет собой соотношение между активной мощностью (P) и полной мощностью (S)

$$PF = \frac{P}{S}$$

Коэффициент мощности часто путают с параметром  $\cos$

$$\cos \varphi \frac{P_1}{S_1}$$

где  $P_1$  – активная мощность основной (первой) гармоники;  
 $S_1$  – полная мощность основной (первой) гармоники.

Параметр  $\cos$  относится **только** к основной сетевой частоте и поэтому отличается от коэффициента мощности PF, который учитывает наличие в сети гармоник.

Коэффициент мощности используется для того, чтобы оценить, на сколько необходимо повысить мощность источника питания.

**Крест-фактор** ( коэффициент амплитуды –  $K_a$ ) – это отношение величины амплитуды тока или напряжения ( $I_m$  или  $U_m$ ) к его действующему значению (I или U).

$$K_a = \frac{I_m}{I} \quad \text{или} \quad K_a = \frac{U_m}{U}$$

Для **синусоидального сигнала** крест-фактор равен  $\sqrt{2}$ .

Для **несинусоидального сигнала** крест-фактор может быть больше или меньше  $\sqrt{2}$ .

В последнем случае такие значения крест-фактора свидетельствуют об отличии формы кривой тока или напряжения от синусоидальной, т.е. о наличии искажений в электросети.

Для тока, потребляемого нелинейными нагрузками, величина крест-фактора значительно превышает  $\sqrt{2}$ . Обычно она находится в пределах 1,5-- 2,0 и более, достигая 5-кратного значения. Это говорит о том, что в электросети большие гармонические искажения токов, способные вызвать ложные срабатывания защитных устройств.

Крест-фактор используется для оценки способности генератора

(источника питания) обеспечить мгновенные токи большей величины.

**Мощность нелинейных искажений** ( $T$ ) определяется из соотношения

$$T = (S^2 - P^2 - Q^2)^{1/2}$$

Где  $P$  – активная мощность сигнала, содержащего гармоники, является суммой активных мощностей отдельных гармоник тока и напряжения одного и того же порядка

$$P = I_1 \cdot U_1 \cdot \cos \varphi_1 + I_2 \cdot U_2 \cdot \cos \varphi_2 + I_3 \cdot U_3 \cdot \cos \varphi_3 + \dots + I_K \cdot U_K \cdot \cos \varphi_K = \sum_{k=1}^n P_k$$

$Q$  – реактивная мощность, определяемая для основной (первой) гармоники

$$Q = I_1 \cdot U_1 \cdot \sin \varphi_1$$

### Гармонический спектр

Каждый тип устройства, порождающего гармоники, потребляет ток гармоники определенной формы (амплитуды и фазового сдвига). Поэтому эти параметры имеют существенную роль при анализе гармонического ряда.

Отображая амплитуду каждой гармоники в функции частоты, можно получить график, называемый гармоническим спектром (рис.1).

Представление сигнала в виде отдельных гармоник дает другое представление электрических сигналов и служит для оценки степени их искажения.

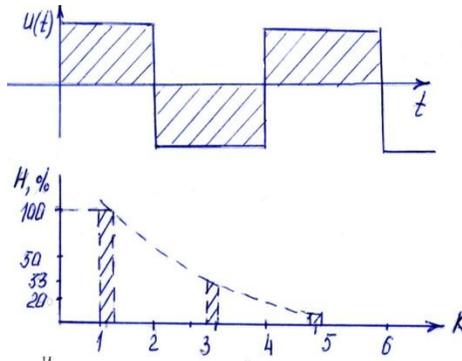


Рис.1 Спектр гармоник прямоугольного сигнала напряжения  $U(t)$

Искажения, вносимые отдельной гармоникой или гармоническое искажение К-го порядка и сигнала основной частоты (**коэффициент К-ой гармоники** по ГОСТ 13109-97).

$$u_{k\%} = \frac{U_K}{U_1} \cdot 100\%.$$

$$i_{k\%} = \frac{I_K}{I_1} \cdot 100\%.$$

Действующее значение тока и напряжения может быть рассчитано в функции действующего значения гармоник разных порядков

$$I = \sqrt{\sum_1^{\infty} I_k^2}.$$
$$U = \sqrt{\sum_1^{\infty} U_k^2}.$$

**Суммарный коэффициент гармонических искажений (THD)** по ГОСТ 13109-97 и стандарта МЭК 61000-2-2.

$$THD = \frac{\sqrt{\sum_1^{\infty} Y_k^2}}{Y_1}$$

где  $Y_k$  – амплитуда сигнала К-ой гармоники;  
 $Y_1$  – амплитуда сигнала первой гармоники.

Значение THD может быть больше 1. Число гармоник можно ограничить числом 50 ( $k \leq 50$ ).

Обычно THD выражается в процентах и показывает степень искажений, влияющих на ток или напряжение в любом месте электроустановки.

Суммарный коэффициент искажений по току и напряжению

$$THD_i = \frac{\sqrt{\sum_1^{\infty} I_k^2}}{I_1}$$
$$THD_u = \frac{\sqrt{\sum_1^{\infty} U_k^2}}{U_1}$$

Иногда THD определяют по более наглядным формулам

$$THD_i = \sqrt{\left(\frac{I}{I_1}\right)^2 - 1}$$
$$THD_u = \sqrt{\left(\frac{U}{U_1}\right)^2 - 1}$$

Показатель THD характеризует искажение формы кривой тока или напряжения.

Если  $THD_u < 5\%$ , то это нормальная работа оборудования, т.е. гармоники отсутствуют;

$THD_u = 5—8\%$  - электросеть загрязнена гармониками и при этом возможны сбои в работе;

$THD_u > 8\%$  - большая степень загрязнения сети гармониками, при этом требуется установка ФКУ устройств;

$THD_i < 10\%$  - нормальная ситуация;

$THD_i = 10—50\%$  - значительные загрязнения сети гармониками тока. При этом требуется переход на кабели большего сечения и более мощные источники питания;

$THD_i > 50\%$  - возможны сбои в работе оборудования. Требуется установка фильтрокомпенсирующих (ФКУ) устройств.

Между коэффициентами PF и THD существует зависимость

$$PF = \frac{P}{S} = \frac{\cos \varphi_1}{\sqrt{1 + THD_i^2}}$$

### Литература:

1. Schneider Electric: Руководство по устройству электроустановок, 2009

УДК.621

*к.т.н., доцент, Прыгов Н.М.,  
к.т.н., доцент, Ширококова О.Е.,  
учащаяся Прыгова В.В.  
Брянская ГСХА*

## **О ЕДИНИЦЕ ИЗМЕРЕНИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ КИЛОВАР (КВАР)**

Основной единицей измерения мощности применительно к электрооборудованию является кВт(киловатт). Но существует и другая единица мощности, о которой знают далеко не все – кВАр.

**кВАр(киловар)** является единицей измерения реактивной мощности. кВАр – киловольт-ампер реактивный.

В соответствии с требованиями международного стандарта единиц систем измерения СИ, единица измерения реактивной мощности записывается «вар» (и, соответственно, «кВАр»). Однако широко применяется значение «кВАр». Такое обозначение обусловлено тем, что единицей измерения полной мощности по СИ является ВА.

В зарубежной литературе общепринятым обозначением единицы измерения реактивной мощности является «**kvar**». Единица измерения реактивной мощности приравнивается к внесистемным единицам, допустимым к применению наравне с единицами СИ.

Приемники энергии переменного тока потребляют как активную (P), так и реактивную (Q) мощность. Соотношение мощностей цепи переменного тока можно представить в виде треугольника мощностей (рис.1).

Значение реактивной мощности Q (кВАр) используется для определения полной мощности установки S (кВА), что на практике требуется при расчете полной мощности трансформатора, питающего оборудование.

Из треугольника мощностей видно, что снижая реактивную мощность Q, можно снизить потребление полной мощности.

Потреблять реактивную мощность из снабжающей электросети предприятиям крайне не выгодно, так как это требует увеличения сечения подводящих кабелей, повышения мощности генераторов и трансформаторов.

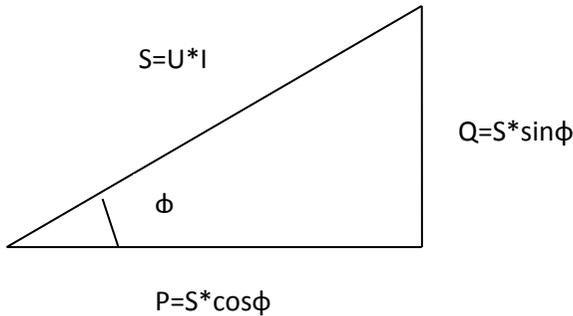


Рисунок 1 Треугольник мощностей

Имеются способы, позволяющие генерировать (получать) ее непосредственно у потребителя электроэнергии. Самым распространенным и эффективным способом является использование конденсаторных установок. Поскольку основной функцией конденсаторных установок является компенсация реактивной мощности, то и общепринятой единицей их мощности является кВАр, а не кВт, как для всего остального электрооборудования.

В зависимости от характера нагрузки на предприятиях могут применяться как не регулируемые конденсаторные установки, так и установки с автоматическим регулированием. В сетях с резко переменной нагрузкой используются установки с тиристорным управлением, которые позволяют подключать и отключать конденсаторы практически мгновенно.

Рабочим элементом конденсаторной установки является **фазовый (косинусный) конденсатор**. **Основной характеристикой таких конденсаторов является их мощность (кВАр), а не емкость (мкФ)**, как для остальных типов конденсаторов. Однако в основу функционирования как косинусных, так и обычных конденсаторов заложены одни и те же физические принципы. Поэтому мощность косинусных конденсаторов, выраженную в кВАр, можно пересчитать в емкость и наоборот по формулам пересчета или по таблицам соответствия.

Мощность в кВАр прямо пропорциональна емкости (мкФ), частоте (Гц) и квадрату фазного напряжения (В).

$$Q_{\text{кв}} = C \cdot 2\pi f \cdot U_{\text{ф}}^2$$

Стандартный ряд номиналов мощности конденсаторных уста-

новок для напряжения 0,4 кВ составляет от 1,5 до 50 кВАр, а для напряжения 6-10 кВ – от 50 до 600 кВАр.

Важным показателем эффективности энергопотребления является экономический эквивалент реактивной мощности – Кэ (кВт/кВАр). Он определяется как снижение потерь активной мощности к уменьшению потребления реактивной мощности.

Значения экономического эквивалента реактивной мощности – Кэ приведены в таблице.

Характеристика трансформаторов и системы электроснабжения	При максимальной нагрузке системы (кВт/кВАр)	При минимальной нагрузке системы (кВт/кВАр)
Трансформаторы, питающиеся непосредственно от шин станций на генераторном напряжении	0,02	0,02
Сетевые трансформаторы, питающиеся от электростанции на генераторном напряжении (например, трансформаторы промышленных предприятий, питающиеся от заводских или городских электростанций)	0,07	0,04
Понижающие трансформаторы 110-35 кВ, питающиеся от районных сетей	0,01	0,06
Понижающие трансформаторы 6-10 кВ, питающиеся от районных сетей	0,15	0,1
Понижающие трансформаторы, питающиеся от районных сетей, реактивная нагрузка которых покрывается синхронными компенсаторами	0,05	0,03

Существуют и более крупные единицы измерения реактивной мощности **мегавар** (Мвар). Один Мвар равен 1000 кВАр.

В мегаварах измеряется мощность высоковольтных систем компенсации реактивной мощности – батарей статистических конденсаторов (БСК).

### Литература:

1. Литвак Л.В. Рациональная компенсация реактивных нагрузок на промышленных предприятиях. - М.: Госэнергоатомиздат, 1983г.

УДК 621

*к.т.н., доцент, Прыгов Н.М.,  
к.т.н., доцент, Широбокова О.Е.,  
Брянская ГСХА*

## **ПРОИСХОЖДЕНИЕ И УСТРАНЕНИЕ ГАРМОНИК В ЭЛЕКТРОСЕТЯХ**

Всего каких-то десять лет назад гармоники не считались проблемой поскольку их влияние на распределительные сети было в целом незначительным.

Однако, массовые внедрения силовой электроники различные виды оборудования, привело к тому, что наличие гармоник стало серьёзно сказываться на всех секторах экономической деятельности.

Какие гармоники нужно устранять?

Чаще всего встречаются гармоники нечетного ряда. Электропитающие компании контролируют содержание 3-й, 5-й, 7-й, 11-й, и 13-й в питающих сетях. В целом достаточным является устранение гармоник низших порядков (до 13-го) или при более точном контроле – до 25 –й включительно.

Гармоники- это продолжительные возмущения или искажения в электросети, имеющие различные источники и проявления такие как, импульсы, перекосы фаз, броски и провалы, которые могут быть категоризованы как переходные возмущения.

Гармоники- это синусоидальные волны суммируются с основной (фундаментальной) частотой 50Гц (первая гармоника)

Любая комплексная форма синусоида может быть разложена на составляющие частоты (ряд Фурье), т.е. любая комплексная синусоида состоит из суммы определённого числа четных (косинусоид) и нечетных (синусоид) гармоник определенных величин (рис. 1).

Устройства и системы, порождающие гармоники имеются во всех отраслях экономики, т.е. в промышленности, коммерческом секторе и жилищном хозяйстве. Они порождаются нелинейными нагрузками, т.е. потребляющими ток с формой волны, отличающейся от формы волны питающего напряжения.

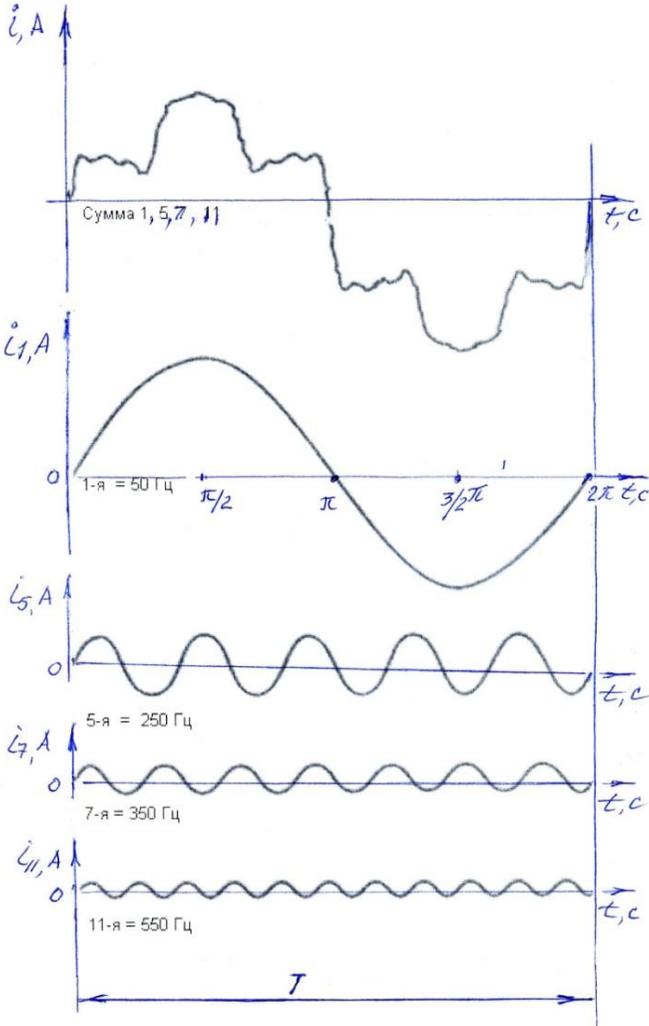


Рисунок 1 – Разложение формы кривой тока на гармоничные составляющие

Примерами нелинейных нагрузок являются:

- промышленное оборудование (сварочные аппараты, электродуговые и индукционные печи и выпрямительные устройства);
- преобразователи частоты для электродвигателей;

- офисное оборудование (компьютеры, копировальные машины, факсимильные аппараты и др.);
- бытовые электроприборы (телевизоры, микроволновые печи и люминесцентные лампы);
- некоторые устройства с магнитным насыщением (трансформаторы и др.).

Гармоники напряжения вызываются протеканием токов гармоник по сопротивлениям питающих цепей ( по трансформатору и распределительной сети для случаев аналогичных тому, который показан на рисунке 2).

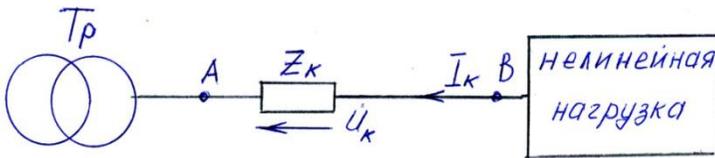


Рисунок 2 – Однолинейная схема с сопротивлением питающей цепи  $Z_k$  для гармоник  $k$ -го порядка

Реактивные сопротивления проводника возрастают с увеличением частоты тока протекающего по этому проводнику.

$$x_k = \omega_k \cdot L$$

Поэтому для каждой гармоники тока  $k$ -го порядка в цепи питания существует некоторое полное сопротивление:

$$\underline{Z}_k = R_k + j\omega_k \cdot L$$

Для каждой гармоники  $k$ -го порядка создаётся напряжение  $U_k = I_k \cdot \underline{Z}_k$ . В результате этого форма напряжения в точке В искажается и отличается от синусоидальной, поэтому все потребители (нагрузки) питаются через эту точку, получают напряжение искаженной формы.

Для тока данной гармоники это искажение пропорционально сопротивлению распределительной сети.

Нелинейные нагрузки генерируют в распределительную сеть в высшие гармоники в направлении источника питания (рис. 2).

При питании нелинейной нагрузки возникает ток частотой 50Гц и к этому току добавляются токи соответствующие к-ой гармонике (рис. 3).

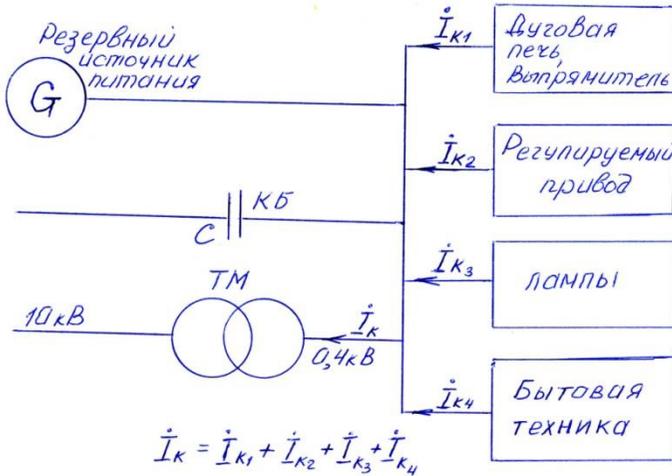


Рисунок 3 – Протекание токов гармоник в распределительной сети

Основными экономическими последствиями гармоник для электроустановок можно назвать следующие:

- повышенный расход электроэнергии;
- преждевременное старение оборудования;
- производственные убытки.

Отметим проблемы, создаваемые гармониками:

-выход из строя конденсаторных устройств компенсации реактивной мощности, трансформаторов, электродвигателей, люминесцентных ламп и др.

- ложные срабатывания автоматических выключателей АВ и предохранителей;

- наличие гармоник нулевой последовательности фаз приводит к увеличению сечения ее проводников (гармоники 3,6,9,12 и т.д.)

- гармонический шум (фликкер частые переходы через 0) может служить причиной неправильной работы системы контроля протекания технологического процесса;

- повреждение чувствительного электронного оборудования;
- интерференция систем коммутации.

Сейчас, широко используемые в выпрямительных целях диоды, тиристоры, SCR (Silicon Controled Rectier), UPS полупроводники, статические преобразователи переменного напряжения в постоянные, устройства плавного пуска, пришедшие на смену устаревшим устройствам изменили картину формы тока и напряжения в электросетях, хотя тиристоры принесли и существенные изменения в схем технику системы контроля, но они создали проблему генерации гармоник тока. Гармоники тока сильно влияют на электроснабжение сети и перегружают конденсаторы устройств компенсации реактивной мощности (при увеличении частоты снижается сопротивление конденсатора и растет ток через него.

$$x_c = \frac{1}{\omega \cdot C}$$

Здесь мы указали лишь отдельные элементы силовой электроники. Существуют, однако еще много других источников гармонических токов.

При определенных обстоятельствах гармонические токи могут превышать ток фундаментальной гармоники 50Гц, протекающий через конденсатор. Эти гармонические токи могут вызвать увеличение напряжения на конденсаторе, которое может превышать максимально допустимое значение и привести к пробое конденсатора УКРМ (устройство компенсации реактивной мощности). При этом, при равенстве сопротивления конденсаторы и сопротивления источника в сети наступает последовательный  $x_L = x_c$  или параллельный  $b_L = b_c$  резонансы.

Здесь  $x_c$  -сопротивление конденсатора и  $x_L$  - индуктивное сопротивление линии трансформаторов и др. устройств (рис. 4).

Если это происходит и частота близка к частоте резонанса, то гармоники, генерируемые сильными проводниками начинают циркулировать между генерируемой сетью и конденсаторным оборудованием. Такие токи ограничиваются только сопротивлением линии. Все это приводит к искажению напряжения в электросети. Резонанс может происходить на любой частоте, но в основном это 5-я, 7-я, 11-я и 13-я гармоники.

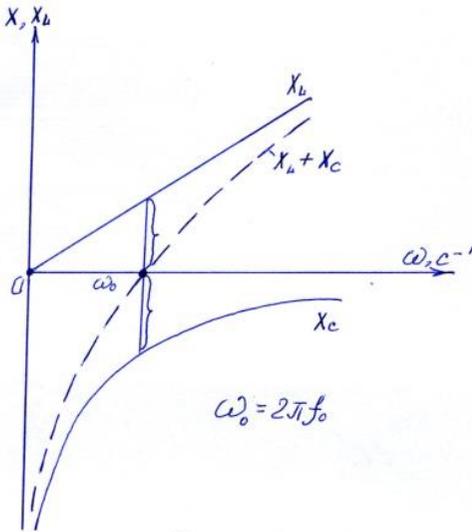


Рисунок 4 – Изменение реактивных сопротивлений линии от частоты гармоник

Есть несколько путей, чтобы избежать резонанса в электросетях, где установлены конденсатора. В больших распределительных сетях есть возможность установки их в части сети, которая не имеет параллельного резонанса с индуктивностью трансформатора. Изменяя выходную мощность УКРМ можно устраниваться от опасной резонансной частоты, которая с включением каждого шага конденсаторной батареи изменяется.

Если резонанса нельзя избежать указанным методом, то параллельно с каждым конденсатором ставится реактор (трехфазный дроссель), таким образом, чтобы система конденсатор- дроссель имела индуктивный характер на критических частотах и емкостной характер на основной частоте 50Гц.. Такая система производит сдвиг резонансной частоты.

Для этого система конденсатор-дроссель должна иметь резонансную частоту ниже наименьшего значения частоты гармоники присутствующей в сети, которая обычно бывает 5-й (250Гц). Это означает, что частота настройки системы конденсатор-дроссель должна быть между 175-270Гц. В системе конденсатор-дроссель напряжение основной частоты на дросселе повышается, т.е. мы должны использовать конденсаторы на повышенное напряжение.

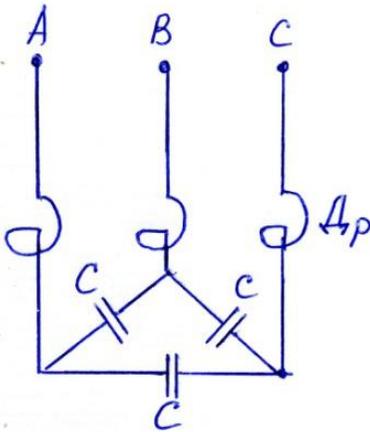


Рисунок 5 – Схема дроссель-кондесатор

Гармонические искажения могут подавляться в электросетях при использовании гармонических фильтров. В классическом виде фильтр представляет собой последовательно соединенный конденсатор и индуктивность на определенную гармоническую частоту. Из теории фильтров известно, если реактивное сопротивление равно нулю, на частоте резонанса  $\omega_0$ , то гармонический ток поглощается фильтром (рисунок 5). Этот эффект вместе с сопротивлением линии означает, что таким образом можно хорошо подавлять гармоники в сети.

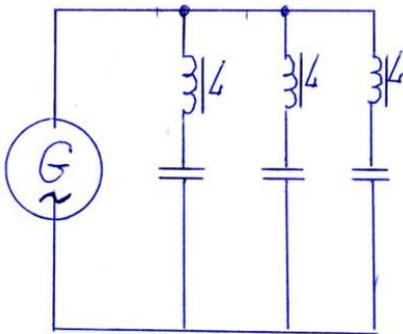


Рисунок 6 - Шунтированный фильтр

Эффективность фильтра любой формы зависит от реактивной мощности, точности настройки и полного сопротивления сети в точке подключения. Частоты ниже частоты резонанса фильтра будут усиливаться.

Когда в распределительной электрической сети присутствует несколько различных порядков гармоник, то целесообразно использовать несколько фильтров, настроенных каждый на свою частоту. (рис. 6).

Для эффективного использования гармонических фильтров необходимо провести всесторонние измерения параметров электросети: активную, реактивную, полную мощности, величину и уровни гармоник тока и напряжения, провалы и перенапряжения в линии, фликкер (щелчки) и др.

Для уменьшения влияния гармоник в электросетях существует три различных способа:

- модификация электроустановки;
- применение специальных устройств;
- фильтрация.

### **Литература**

1. Демирчян К.С. и др.. Теоретические основы электротехники в 2-х томах. 2009г.
2. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники, Изд.М.: 2000г.

*УДК 656.11-44*

*к.т.н., доцент, Растягаев В.И.,*

*к.т.н., доцент Сухов С.С.,*

*ФГБОУ ВПО «Брянский государственный университет*

*им. ак. И.Г. Петровского*

### **ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДИТЕЛЯ КАК ГЛАВНОГО ЭЛЕМЕНТА АКТИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМЫ «ВОДИТЕЛЬ-АВТОМОБИЛЬ – ДОРОГА - СРЕДА»**

Специфика дорожного движения описывается системой «водитель – автомобиль – дорога - среда» (ВАДС).

Для безопасности движения на дороге особое внимание требуют мероприятия и средства направленные:

- на уменьшение вероятности возникновения ДТП;
- на снижение тяжести последствий ДТП.

Главным элементом активной безопасности системы является водитель. При благоприятных дорожных условиях водитель работает в произвольном режиме (темпе), он свободен в выборе скорости, дистанции движения и не ограничен в маневрах.

В плотном потоке темп его деятельности становится навязанным. Время для оценки обстановки уменьшается. От водителя требуется готовность к действиям в неожиданно меняющейся дорожной обстановке. Готовность обеспечивается устойчивостью и высокой интенсивностью внимания.

В инженерной психологии существует понятие надежности человека-оператора, применительно к водителю - это способность безошибочно управлять автомобилем.

Восприятие появляющихся перед водителем объектов начинается с их беглого осмотра, что дает примерно 15...20% информации, затем он сосредотачивается на каждом из них с детальным распознаванием, и это дает еще 70...80% информации. На основании полученной информации водитель создает в своем сознании динамическую информационную модель окружающего пространства, оценивает ее, прогнозирует развитие и производит действия, которые представляются ему адекватными развитию динамической модели. Деятельность водителя как оператора жестко лимитирована по времени. Он должен замечать информацию об окружающей обстановке, выделять из общего потока информации нужную и важную, опираясь на оперативную память запоминать текущие события, связывать их в единую цепочку и подготавливать их связь с предполагаемыми событиями, которые он может предвидеть.[1]

Способность к оценке и прогнозированию развития дорожной ситуации определяется многими характеристиками человека-водителя, некоторые из них рассмотрены ниже.

К важным профессиональным качествам следует отнести:

- способность водителя прогнозировать дорожную обстановку;
- следить за дорожными знаками, светофорами, дорожной разметкой, изменением дороги в плане и профиле и т.д.

Длительность пребывания водителя в подобном состоянии определяется «запасом прочности» - наиболее распространенной категорией понятия «надежность».

Надежность обеспечивается характеристиками как:

- пригодность;
- работоспособность;
- обученность;
- мотивация.

Пригодность определяется личностными, психофизиологическими качествами водителя и состоянием его здоровья.

Работоспособность зависит от:

- режима труда и отдыха;
- условия на рабочем месте;
- состояния здоровья;
- режима питания,
- образа жизни и т.д.

Устойчиво высокая работоспособность наблюдается в течение первых трёх-четырёх часов от начала управления транспортным средством, после восьми-девяти часов непрерывного управления работоспособность резко снижается.

По мере того, как человек выполняет ту или иную работу, в его организме происходят процессы, которые в определенный момент приводят к более или менее резкому снижению работоспособности. Такое состояние, возникшее под влиянием проделанной работы и сказывающееся на уровне работоспособности, называют утомлением. Субъективно утомление ощущается как чувство усталости, с которым необходимо, осуществлять более или менее трудную борьбу.

Утомляемость оказывает решающее влияние на способность водителя правильно, быстро и безопасно ориентироваться в дорожной обстановке.

Снижение работоспособности вследствие утомления не является чисто физиологическим явлением. Как показали многочисленные исследования, важная роль в процессах утомления принадлежит психологическим факторам, напряжению нервной системы человека.

Работоспособность зависит от употребления:

- алкоголя;
- наркотических веществ;
- некоторых лекарственных препаратов.

Алкогольное или наркотическое опьянение проявляется у водителя следующим образом: при малой дозе происходит кратковременное улучшение общего самочувствия, сокращается время реакций, но одновременно неадекватно увеличивается самооценка своих спо-

способностей. Затем резко снижается безотказность работы водителя: парализуются тормозные функции коры головного мозга, снижается способность оценивать дорожно-транспортную ситуацию, координация движений ухудшается. Установлено, что слабое алкогольное опьянение (0,3...0,5% алкоголя в крови) увеличивает вероятность появления ДТП в 7 раз, среднее алкогольное опьянение (1,0... 1,4% алкоголя в крови) - в 30 раз. Отрицательные последствия приема значительных доз алкоголя сохраняются в течение 2.. .3 суток.[1]

Обученность водителя определяется наличием у него необходимого объема знаний и навыков.

Они приобретаются:

- в процессе профессионального обучения;
- в результате самообучения;
- в процессе работы.

Мотивация выражается в заинтересованности водителя в процессе работы, результатах труда, удовлетворенности работой.

Мотивация обеспечивается и поддерживается:

- режимом труда;
- оплатой труда;
- условиями работы;
- состоянием автомобиля;
- отношениями с администрацией предприятия и коллективом предприятия и т.д.

Если интересы водителя лежат вне сферы его профессиональной деятельности, то это:

- затрудняет образование «новых навыков»;
- снижает эффективность его работы;
- появляются ошибки;
- отсутствует потребность повышать свою квалификацию и мастерство.

### **Литература:**

1. Степанов И.С., Покровский Ю.Ю., Ломакин В.В., Москалева Ю.Г. Влияние элементов системы водитель - автомобиль - дорога - среда на безопасность дорожного движения: Учебное пособие. - М.: МГТУ «МАМИ»,2011. – 171 с.

УДК 631

*к.т.н., доцент, Старовойтов С.И.,  
Брянская ГСХА*

## **ОСОБЕННОСТИ ДИСКОВЫХ ПОЧВООБАРАБАТЫВАЮЩИХ ОРУДИЙ**

Крошащая, обрачивающая и подрезающая способность диска зависит в целом от его диаметра, радиуса кривизны, угла атаки. Угол атаки и радиус кривизны диска должны быть оптимальны с точки зрения минимальной энергоемкости на почвах с различным гранулометрическим составом.

Ключевые слова: диск, почва, радиус кривизны, угол атаки, крошение

Crumbling, turning and cutting ability of a disk depends as a whole on its diameter, radius of curvature, an angle of attack. The angle of attack and radius of curvature of a disk have to be optimum from the point of view of the minimum power consumption on soils with various granulometric structure.

Keywords: disk, soil, curvature radius, angle of attack, dyeing

Дисковые рабочие органы устанавливаются на плугах, луштыльниках, боронах, сеялках, комбинированных машинах, дискаторах [1]. Для дисковых органов характерна плоская или сферическая поверхность. Плоские дисковые органы имеют форму окружности или звездочки. В свою очередь сферическая поверхность бывает сплошная или вырезная. Вырезы могут иметь незначительное или значительное углубление. Диск, имеющий форму сферической поверхности, изготавливают штамповкой из листовой стали и затачивают [3].

Толщину сферических дисков определяют из эмпирической зависимости

$$\delta = 0,008 \times D, \quad (1)$$

где  $D$  — диаметр диска, м.

Для особо тяжелых условий работы

$$\delta = 0,008 \times D + 1. \quad (2)$$

Диаметр диска зависит от глубины обработки

$$D = k \times a, (3)$$

где  $k$  – коэффициент пропорциональности;

$a$  – глубина обработки, м.

Для плугов коэффициент пропорциональности равен 3...3,5, для лушильников – 5...6, для борон – 4...6.

Заточку лезвия производят со стороны выпуклой поверхности диска. Диски изготавливают также с внутренней заточкой, целесообразной для обработки связных тяжелых почв. Угол заточки лезвия диска  $i = 10 \dots 20^\circ$ . Лезвия дисков в несколько раз длиннее лемешных, лапчатых и других рабочих органов того же назначения, поэтому они медленнее изнашиваются [4].

По агротехническим требованиям допустимой толщиной лезвия диска принято считать 1,5 мм. При обработке лушильником 3-5 га на один диск (20...40 га на 1 м захвата) толщина лезвия с 0,15-0,5 мм увеличивается до 1,5...2 мм. В этом случае степень подрезания сорняков дисковыми лушильниками снижается с 95...99% до 75...80% [5].

Эффект самозатачивания сферических дисков лушильников может быть получен только в том случае, когда твердый слой расположен с вогнутой стороны диска, а диск заточен с наружной стороны. Наибольшей износостойкостью обладают диски, изготовленные из двухслойного проката, в котором несущий слой толщиной 3 мм выполнен из стали 50 (НПС 20-25), а упрочненный (твердый) толщиной 1 мм – из стали Х6Ф1 (НПС57-64).

Характер воздействия сферического диска на почву определяется его размерами, кривизной поверхности, углом установки в вертикальной и горизонтальной плоскостях, размерами вырезанного пласта, скоростью поступательного движения и свойствами почвы.

При движении диски сцепляются с почвой и вращаются. При этом режущая кромка диска отрезает полоску почвы и поднимает ее на внутреннюю сферическую поверхность. Затем почва падает с некоторой высоты и отводится диском в сторону [2]. В результате этого почва крошится, частично оборачивается и перемешивается. С учетом этого, работа диска оценивается показателями крошения, оборота и перемешивания пласта.

Диаметр диска влияет на его заглубление в почву. Глубину обработки устанавливают изменением угла атаки и давления дисков на почву. По радиусу кривизны определяют крошащую способность рабочей поверхности. Чем меньше радиусу, тем интенсивнее крошится и оборачивается пласт. С увеличением угла атаки диски глубже погружаются в почву, крошение ее возрастает [2, стр.47].

При больших углах атаки ухудшаются условия вращения дисков, что приводит к кратковременным забиванием батареи растительными остатками и почвой [6]. Угол атаки также влияет на подрезание сорняков.

При работе диск образует борозду, дно которой представляет собой дугу с гребнистой поверхностью. Допустимая высота гребней дна борозды при вспашки

$$h \leq 0,4 \times a. \quad (4)$$

Допустимая высота гребней дна борозды при лушении и бороновании

$$h \leq 0,5 \times a. \quad (5)$$

Диски размещаются индивидуально или в батареях. Индивидуальное размещение характерно для дисковых плугов и дискаторов. Индивидуальное размещение возможно при наличии стойки. Стойки бывают жесткие или упругие, имеющие s-образную форму.

Дисковые плуги, предназначенные для обработки на глубину 25-30 см твердых, высушенных почв, а также почв с наличием древесных корней, имеют жесткую стойку. На обычных почвах дисковые плуги дают худшее качество пахоты, чем лемешные, так как не обеспечивают полной заделки растительных остатков. У дисковых плугов угол атаки составляет 40...45° к направлению движения, а угол наклона к вертикали -15...25°. При монтаже диска под углом 20° к вертикали уменьшается вертикальная реакция, выталкивающая диск из почвы, облегчается начало подъема пласта и его движение по вогнутой поверхности диска, а его оборачивающая способность ухудшается. Расстояние между дисками составляет 600 мм [7]. Для гладкой пахоты некоторые зарубежные фирмы выпускают дисковые плуги, у которых при смене направления движения одновременно с поворотом рамы в горизонтальной плоскости на 180° поворачиваются диски [9].

Современные дискаторы, работающие на полях с повышенной влажностью и с любой степенью засоренности на скоростях до 25 км/ч, имеют жесткую или упругую s-образную стойку. Толщина s-образной стоки составляет 35 мм. На осях стоек каждый диск смонтирован на роликовых подшипниках. Диски на индивидуальных стойках могут быть размещены оппозитивно. Размещение дисков на индивидуальных стойках способствует их меньшему забиванию растительными остатками.

Батарейное размещение дисков характерно для борон и дисковых лушительников. Несколько дисков, смонтированных на квадратной оси, образуют батарею. Ось батареи устанавливают в подшипниках

[2, стр.47]. Диски на оси располагают на некотором расстоянии один от другого, между ними ставят распорные шпильки. Расстояние между дисками во избежание заклинивания пласта и отдельных глыб

$$l \geq 1,5 \times a. \quad (6)$$

Диски собирают в батарее по 7...10 в каждой, но не более, так как в противном случае, ухудшается устойчивость ее хода по глубине, а также копирование рельефа поля [8]. Использование чистиков уменьшает вероятность забивания батарей растительными остатками. Зазор между чистиком и диском батареи должен составлять 2...4 мм. Имеется с/х орудия, в которых на одной батарее размещаются вырезные и гладкие диски.

Дисковые бороны бывают легкие и тяжелые. В свою очередь, легкие бороны подразделяются на полевые и садовые [2, стр.48]. Садовые бороны предназначены для работы в междурядьях сада, ягодниках, питомниках. Секции дисковых борон чаще всего расположены Х-образно, V-образно, ромбом. При данном расположении только два диска работают в условиях заблокированного резания, а остальные диски в условиях – полублокированного резания.

Дисковые бороны по сравнению с зубовыми аналогами меньше забиваются, перерезают тонкие корни и перекатываются через толстые. Для работы на каменистых почвах диски непригодны: лезвия их ломаются [2, стр.47]. Полевые бороны применяют для обработки язи, после пахотного рыхления задернелых пластов, лушения стерни, освежения слабо задернелых почв. Рабочая скорость дисковой бороны БДГ-3 составляет 8...10 км/ч.

Тяжелые бороны используют для разделки задернелых пластов после вспашки целинных и залежных земель, дискования заболоченной почвы, обработки лугов и пастбищ, заделки пожнивных остатков. Глубина обработки тяжелыми боронами составляет около 20 см. Угол атаки дисковых борон имеет три-пять фиксированных значения в диапазоне от 0-25°.

У дисковых борон рабочие органы расположены в два ряда. Поэтому при настройке агрегата в поле необходимо, что рабочие органы первого и второго ряда шли на одинаковой глубине. У навесных борон это достигается изменением длины верхней тяги механизма навески трактора – при увеличении длины заглубляется задний ряд, а при уменьшении – выглубляется. У прицепных борон эту регулировку проводят, меняя положение по высоте точку прицепа трактора или положение механизма выравнивания.

Требования к качеству предпосевного боронования дисковыми боронами аналогично требованиям к боронованию зубowymi боронами. В обработанном слое хорошо подготовленного под посев поля должно быть не менее 80% почвенных комков размером 1...5 см, комки размером более 10 см не допускаются. Отклонение глубины обработки от заданной не должно превышать  $\pm 1$  см.

При использовании дисковых лушителей стерню лущат при угле атаки  $35^\circ$ , на слабозасоренных почвах его уменьшают до  $30^\circ$ . При использовании лушителя в качестве бороны угол атаки устанавливают в пределах 15...20 [10]. Поле лущат поперек направления движения уборочных агрегатов на скорости не более 10 км/ч, так как с увеличением скорости агрегата глубина лущения уменьшается [2, стр. 48].

При лущении отклонение средней глубины от заданной не должно превышать  $\pm 2$  см. Верхний слой должен быть мелкокомковатым. А поверхность поля – слитной и ровной. Лущение стерни дисковыми лушителями проводят на глубине 4...10 см. Дисковые лушители успешно работают со скоростью до 7 км/ч при угле установки батарей  $35^\circ$  и скоростью до 9 км/ч при угле их установки  $30^\circ$  [3]. Допустимая высота гребней при лущении должна быть  $h \leq 0,5 \times a$ .

Удельное сопротивление дисковых лушителей составляет 1,2...2,6 кН/м, легких борон 1,9...3,0 кН/м, тяжелых – 4...8 кН/м. Установлено, что при изменении постоянной скорости движения дисков с 6 до 10 км/ч тяговое сопротивление увеличивается на 7...12% [11].

Удельное тяговое сопротивление дисковых и лемешных плугов практически одинаково, поэтому для энергетических расчетов дисковых плугов можно использовать данные динамометрирования лемешных орудий [7, стр.159].

На основании изложенного материала можно сделать следующие выводы:

1. Интенсивность изнашивания режущей кромки дисков меньше, чем у почвообрабатывающих машин с пассивными рабочими органами;

2. Индивидуальное или групповое размещение дисков способствует их работе чаще всего в условиях полублокированного резания, что снижает энергоемкость взаимодействия.

3. Крошащая, оборачивающая и подрезающая способность диска зависит в целом от его диаметра, радиуса кривизны, угла атаки.

4. Уголатаки и радиус кривизны диска должны быть оптимальны с точки зрения минимальной энергоемкости на почвах с различным гранулометрическим составом.

**Литература:**

1. Любимов, А.И. Практикум по сельскохозяйственным машинам / А.И. Любимов, З.И. Воцкий, В.В.Бледных и др.- М.:Колос, 1997. - 28с.
2. Карпенко, А.Н. Сельскохозяйственные машины / А.Н. Карпенко, В.М. Халанский, В.М. Халанский.-М.: Агропромиздат,1989. – 47 с.
3. Сабликов, М.В. Сельскохозяйственные машины. Основы теории и технологического расчета / М.В.Сабликов.-М.: Колос, 1968. - 83с.
4. Листопад, Г.Е. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Г.Е. Листопад, Г. К. Демидов, Б.Д. Зонов и др. -М.: Агропромиздат,1986. - 42с.
5. Стрельбицкий, В.Ф. О создании самозатачивающихся дисков лушильников / В.Ф.Стрельбицкий // Тракторы и сельхозмашины.- 1973.- №3.- с.30.
6. Лисютин, В.П. О направлении силы тяги дисковых почвообрабатывающих рабочих органов / В.П.Лисютин // Тракторы и сельхозмашины.- 1968.- №2.- с.25.
7. Кленин, Н.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины /Н.И. Кленин, В.А. Сакур. - М.:Колос, 1994. - 159с.
8. Резников, Л.А. Основы проектирования и расчет сельскохозяйственных машин /Л.А. Резников, В.Т. Ещенко, Г.Н.Дьяченко и др..-М.:Агропромиздат, 1991. - 99с.
9. Ксенович, И.П. Сельскохозяйственные машины и оборудование.Машиностроение, энциклопедия в сорока томах / И.П. Ксенович, Г.П. Варламов, Н.Н. Колчин и др.-М.: Машиностроение, 1998.- 136с.
10. Баутин, В.М. Справочник инженера-механика сельскохозяйственного производства / В.М. Баутин, Д.С. Буклагин, Н.П. Мишуров и др.. -М.:ФГНУ «Росинформагротех», 2003. -212с.
11. Стрельбицкий, В.Ф. Силовые характеристики рабочих органов дисковых лушильников и борон / В.Ф.Стрельбицкий // Тракторы и сельхозмашины.- 1968.- №1.-с.30.

УДК 621.9.047.4

*д.т.н., ст. научный сотрудник, Шкилев В.Д.,*

*д.т.н., доцент, Паришутин В.В.,*

*д.т.н., доцент Коваль А.В.,*

*Институт прикладной физики Республики Молдова*

## **ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ МЕТАЛЛА**

При наведении порядка в хаосе экономических отношений, проявляющихся через взаимодействие легальной и теневой экономик, чаще всего используют такие информационные технологии, как стандартизация и сертификация промышленной продукции. Именно эти технологии [1] наиболее отлажены и позволяют поддерживать приемлемый уровень качества продукции и какое-то равновесное состояние между теневой и легальной экономиками.

Большинство международных экспертов в области идентификации склоняются к тому, что существует два основных вида идентификации, а именно – документальная и объективная. В некотором смысле эти два вида идентификации противоборствуют между собой и одновременно неразрывно между собой связаны.

Документальная идентификация фактически сводится к оформлению документов на тот или иной материальный ресурс. Этот вид идентификации – первейший и наиболее распространенный при построении экономических отношений. К сожалению, этот уровень идентификации полностью освоен теневой экономикой, которая с легкостью на свой контрафактный товар получает ничем не отличимые от легальных, а порой и просто легальные, документы.

Объективная идентификация, в отличие от документальной, - это серьезный шаг вперед, поскольку она допускает возможность часть информации хранить не только в документе, но непосредственно в (*на*) самом материальном ресурсе. Чаще всего объективная идентификация проявляется через нанесение цифровых кодов на промышленные изделия.

Однако по истечении определенного времени выяснилось, что так называемая объективная идентификация, использующая только цифровой подход, вовсе не выдает объективную информацию. Причина проста – для теневой экономики не представляло затруднений закупить соответствующее оборудование и на своей контрафактной продукции наносить цифровые коды.

Объективная идентификация реализуется в режиме, когда каждый элемент груза получает свой номер и документы сопровождаются базой данных с этими номерами (Рис. 1). Номера на изделие можно наносить лазерными, иглоударными и другими технологиями. Фирмы, выпускающие идентификационное оборудование, очень гордятся тем, что научились с высокой точностью наносить на изделия из металла неотличимый набор цифровых и буквенных обозначений. Высокая точность для идентификации нужна только для нанесения этих обозначений, а для всего другого при формировании метки точность - это огромный недостаток, убивающий весь смысл идентификации, которая строит метку на совмещении точности изготовления идентификационных номеров на фоне поверхности, имеющей невоспроизводимую форму. В базу данных в одну и ту же ячейку, соответствующую выпускаемой продукции, вводятся одновременно как цифровой код, так и невоспроизводимое состояние поверхности, подтверждающее истинность этого индивидуального цифрового кода. В своей совокупности они позволяют решать проблему идентификации на совершенно другом уровне. Ряд экспертов выделяет эту технологию как третий и самый надежный вид идентификации, которую можно условно назвать невоспроизводимой, сингулярной, проявляющей индивидуальность объекта.



Рис. 1. Примеры объективной идентификации (металлические изделия с идентификационными номерами)

Такой подход создает только временные трудности для теневой экономики. Дело в том, что и лазерные и иглоударные идентификаторы не обладают эффектом невоспроизводимости. Представители теневой структуры, официально или нет, могут купить иглоударные или лазерные установки и проставить на свой контрафактный товар любую систему номеров, например, просто скопировав их с легальной продукции. Если такой контрафактный товар распыляется в торговой сети, то проверка не может выявить контрафактной продукции. Проверяющий, введя номер, стоящий на контрафактной продукции, сверяет его с базой данных и убеждается, что такой номер на таком типе изделия в базе данных существует. На этом проверяющий считает процесс идентификации завершённым и признает товар легальным. Но то, что в десятках других мест, существует такой же товар под таким же номером он знать не может. Только наткнувшись на два разных объекта под одним и тем же номером, проверяющий начинает бить тревогу. В банковской системе – две банкноты, имеющие одинаковые номера, - явный повод бить тревогу – как минимум одна из банкнот (*чаще всего обе*) являются поддельными. Не будем углубляться в информационные методы защиты денежных знаков, их много и они достойны отдельных публикаций в закрытой печати.

Как же защитить цифровой код изделия? Как сделать так, чтобы повторить этот цифровой код было невозможно, чтобы под одним и тем же номером был только один-единственный экземпляр? Как достичь эффекта невоспроизводимости, например, на металлическом изделии, на котором иглоударная установка выбила цифровой код? Для информационной защиты цифрового кода можно использовать естественные (*природные*) шифровальные машины, например, применить электрический разряд [2-4]. При электрическом разряде между электродом и идентификационной меткой на последней остается след от вещества с электрода. Этот след уникален, каждый раз он имеет (*при одинаковых энергетических параметрах разряда*) разную форму. Более того, если бы даже след – пятно от разряда был бы одинаковым, электрический разряд уникален тем, что он каждый раз попадает в другое место. Сказываются множество параметров, формирующих невоспроизводимость – колебания влажности, температуры, наличие пылинок в воздухе, изнашивание электрода (*изменение зазора*) после каждого разряда. Если на идентификационной метке с цифровым кодом нанести несколько сотен пятен от электрических разрядов, то совокупность пятен образует невоспроизводимую картину (рис. 2). Это приводит к тому, что под одним и тем же номером можно создать только одну невоспроизводимую картину:

В базу данных вводится и цифровой код изделия, и невоспроизводимая картина из электроразрядных пятен.



Рис. 2.

Невоспроизводимая идентификационная метка с цифровым кодом и информационной защитой в виде электроразрядных пятен, образующих невоспроизводимую картину

Попытка выбросить на рынок множество изделий под одним и тем же номером будет пресекаться на начальном этапе. На контрафактной продукции нельзя будет воспроизвести информационную защиту в виде невоспроизводимой картины из электроразрядных пятен.

Конечно, получив в руки невоспроизводимую идентификационную метку, можно создавать автоматизированные системы, способные отличать легальный товар от контрафактного, а тем самым разработать технологию борьбы с коррупцией [5]. В настоящее время борьба с коррупцией не носит системного характера и сводится в основном к поимке взяточников. Взятка, как известно всем, дается не из нищенской официальной зарплаты, а из оборота теневой экономики. Системный подход, не отменяя необходимости борьбы со взяточниками, говорит о том, что первопричиной является теневая экономика, выпускающая контрафактный товар и не платящая официальные налоги.

Разнообразие используемых нами технологий при производстве промышленных изделий подразумевает необходимость разработки такого же разнообразия и идентификационных технологий. Неразумным, даже с экономических соображений, можно признать внедрение электроразрядной идентификации, например, в электрохимическом производстве. Фактически это приводит к рождению новой отрасли промышленности – идентификационной. Например, в США годовое оборот идентификационных технологий, основанных на применении цифрового подхода, оценивается в десятки миллиардов долларов.

Рассмотрим возможности электрохимии в создании невоспроизводимой идентификационной метки. Прежде всего, нужно увидеть первопричину – за счет чего электрохимия может создать эффект невоспроизводимости.

Всем хорошо известен древнейший и, казалось бы, всем понятный философский тезис, – «Дважды в одну и ту же реку войти невозможно». Но наше сознание, по неизвестной нам причине, капсулирует этот тезис только относительно реки и отказывается спроецировать этот тезис относительно потока электролита. Электрохимики многие годы стремились подавить этот эффект невоспроизводимости и добивались разработки технологии, позволяющей создавать одинаковые изделия. Эти требования естественны по простой причине - последующей сборки крупных агрегатов, состоящих из отдельных и по возможности одинаковых узлов.

В данном случае задача для электрохимии первоначально выглядит абсурдно – нужно развить признаки технологии, позволяющие создавать неповторимые поверхности.

Первый шаг в этом направлении был сделан при использовании многосекционного электрода [6] (рис.3):

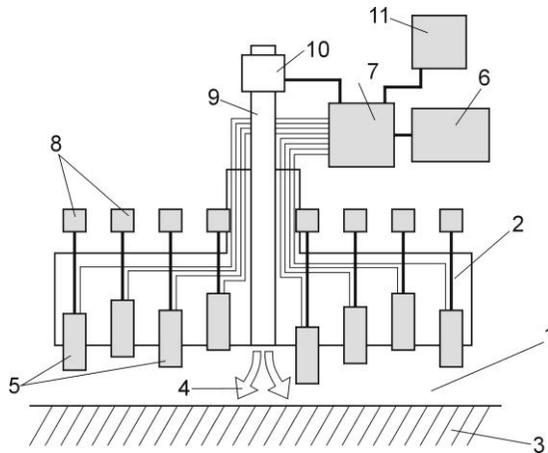


Рис. 3. Устройство для идентификации электрохимическим способом 1- межэлектродный зазор; 2 – электрод; 3 - идентификационная метка; 4 - поток электролита; 5 - секции электрода; 6- источник тока; 7 – генератор случайных чисел; 8 – устройство перемещения секции; 9 – система подачи электролита; 10 – электромагнитный регулятор расхода; 11 – блок управления.

Главной особенностью такого подхода можно признать подключение каждой секции 5 электрода 2 к источнику тока 6 через генератор случайных чисел. Возможность разнообразия получаемых индивидуальных матриц обеспечивается за счет перемещения и формирования межэлектродного промежутка также по закону случайных чисел. Существует еще ряд других технологических новшеств, например, квазипериодичного введения пузырей воздуха в межэлектродный промежуток, непредсказуемых пульсаций расхода и состава электролита и т.д.

Последующее развитие этого направления было реализовано за счет того, что часть секций работает в режиме анодного растворения, а часть – в режиме катодного осаждения [7]. На идентификационной метке при этом получается более рельефная поверхность, что облегчает процесс идентификации. Конечно, наличие множества секций электрода не является оптимальным решением вопроса.

Хотелось бы добиться такого же эффекта с помощью одного единственного электрода, без разбивки его на многочисленные секции. Сделать это удалось за счет интенсификации электрохимического процесса за счет того, что в процессе получения метки дополнительно через полупрозрачный электрод лазерным излучением сканируют поверхность объекта и/или межэлектродный промежуток, причём сканирование поверхности объекта осуществляют по закону, задаваемому генератором случайных чисел [8].

Здесь необходимо упомянуть ряд работ по влиянию лазерного излучения на электрохимические процессы [10-12]. В этих работах лазерное излучение использовалось для фотоактивации электрохимических реакций, лимитирующих скорость анодного растворения. В итоге исследователи добивались повышения скорости растворения и точности обработки. В некотором смысле авторы применили, если можно так выразиться, режим «кисточки», сглаживающий неоднородности поверхности. Для получения невоспроизводимой поверхности эти режимы мало применимы, для создания неоднородностей необходим другой режим, необходима замена режима «кисточки» на режим «микродолота». Последний режим использует известный режим светогидравлического эффекта [13], который вызывает в электролите под действием импульса лазерного излучения мощные ударные волны. Такое воздействие, особенно при синхронизации лазерного и электрического воздействия, позволяет получать на поверхности каверны непредсказуемой формы. Это качество поверхности, абсолютно вредное для всех остальных случаев, оказалось востребованным для создания электрохимической идентификационной метки. Светогидравлический эффект, как известно, явление поро-го-

вое, которое реализуется начиная со вполне определенного значения. Более того, для каждого из выбранного электролита, в зависимости от его прозрачности и теплоты фазового перехода, порог различен.

Интенсификация анодного растворения в местах попадания лазерного излучения (рис. 4) создает неповторимую картинку обработанной поверхности.

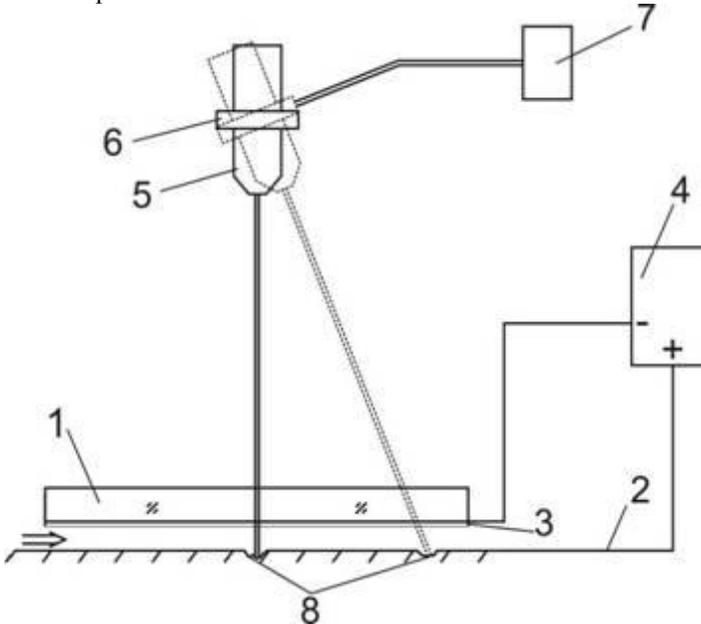


Рис. 4. Установка для электрохимиколучевого создания идентификационной метки

1 – оптически прозрачное стекло, 2 – анод, 3 - катод из полупрозрачной пленки, 4- низковольтный источник тока, 5 – лазер, 6-система сканирования анода, 7 – независимый источник для лазера, 5, 8 -каверны хаотично расположенные на идентификационной метке – аноде

Существует ряд проблем чисто информационных, связанных с трудностями оцифровки невоспроизводимой поверхности. Однако с помощью электрохимии можно создавать и машиночитываемые участки, например, в виде штрих-кода, по которому в дальнейшем можно восстанавливать и цифровой код изделия (рис. 5) [9].

Этот вариант связан с режимом хранения на складе изделий, у которых на внешней поверхности представлен цифровой код изделия. Как правило, при исчезновении изделий из складов эти цифровые коды уничтожаются в результате чего пропадает информация о принадлежности изделия к конкретному складу. В этом случае наносится скрытый штрих-код изделия во внутренней поверхности изделия. Сам штрих-код может быть составным с хранением принципа формирования штрих-кода из составных его элементов. Такое скрытое штрих-кодирование изделия позволяет восстановить цифровой код и обнаружить пропажу на складе по единичному изделию, а не путем трудоемкой полной инвентаризации склада.

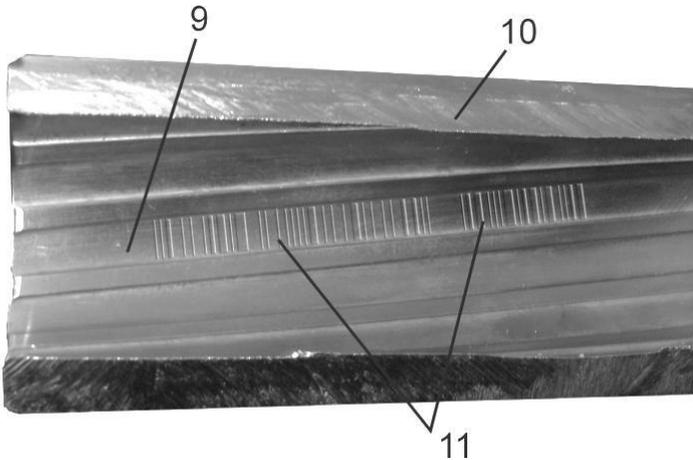


Рис. 5. Электрохимическая технология нанесения штрих-кода на изделия из металла

9- спиральные канавки, 10-цилиндрический корпус, 11- штрих код внутри спиральной канавки, выполненный с помощью электрохимии

Несмотря на все трудности формирования баз данных и оцифровывания состояния поверхности, нет сомнения в том, что электрохимические процессы рано или поздно займут свою достойную нишу в способах идентификации, особенно в тех производствах, которые используют непосредственно электрохимию для создания объекта и тем самым будут способствовать развитию идентификационной промышленности, целенаправленно выявляющей контрафактную или похищенную со склада продукцию.

### Литература:

1. Шкилев В.Д. Определение, содержание, модель, использование методов идентификации материальных ресурсов для автоматизированного государственного контроля. Сборник «Информационные технологии» ВIT+2004, С. 68-70.
2. Шкилев В.Д., Адамчук А.Н., Недюгло В.Г. Электроразрядная технология защиты документов особой важности (строгой отчетности)// Электронная обработка материалов. 2008, №2. С. 4-11.
3. Шкилев В.Д., Адамчук А.Н. Об уникальности набора пятен, полученных электроразрядным способом// Электронная обработка материалов. 2009, №5. С. 4-5.
4. Шкилев В.Д., Адамчук А.Н., Мартынюк Н.П. Технология защиты документов государственной важности// Вестник Российской академии естественных наук. Издание Российской Академии естественных наук, 2009, том 9, № 3, С. 30-34.
5. Шкилев В.Д. О философском понимании генезиса коррупции// Материалы XVII симпозиума по эниологии. М. 2008. С. 118-122.
6. Дудкин В.В., Остроумов А.С., Шкилев В.Д., Паршутин В.В. Шкилев Д.В. Способ идентификации электропроводящего объекта и устройство для его осуществления. Патент РМ №3992.
7. Паршутин В.В., Шкилев В.Д., Шкилев Д.В. Способ идентификации электропроводящего объекта Патент РМ №. 3970.
8. Паршутин В.В Шкилев В.Д., Шкилев Д.В. Процесс идентификации электропроводящего объекта и устройство для его осуществления. Патент РМ № 4045.
9. Шкилев В.Д., Паршутин В.В., Шкилев Д.В., Адамчук А.Н. Электрод-инструмент, формирующий идентификационные метки, и способ его применения для идентификации электропроводящего объекта. Патент РМ №327.
10. R. J. von Gutfeld., E.E. Tynan., R.L. Melcher and S.E. Blum «Laser enhanced electroplating and maskless pattern generation». IBM Thomas J. Watson Research Center, New York, 1979 p. 651-653
11. С.М. Голубовская, А.И. Дикусар, В.А. Зюзин, В.И. Петренко, И.И. Рябцев, Г.Р. Энгельгардт. «О возможности применения лазерного излучения как средства управления процессом электрохимической размерной обработки металлов.» Тезисы всесоюзной конференции «Оптика лазеров». Л., 1982.
12. Я.З. Агроскин., С.М. Голубовская., А.И. Дикусар., и др. Способ электрохимической обработки. Авторское свидетельство СССР №926864.
13. Прохоров А.М. Аскарьян Г.А. Научное открытие №65 «Светогидравлический эффект».

УДК 628.9(075.8)

*к.т.н., доцент, Н.И. Яковенко,  
Брянская ГСХА*

## **О НЕКОТОРЫХ ЭЛЕМЕНТАХ ЭКОНОМИИ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ОСВЕЩЕНИИ**

Ключевые слова: *энергоэффективность, энергосбережение, проектирование, комбинированное, рациональное использование, компактно-люминисцентные и светодиодные лампы.*

На данный момент вопросы энергоэффективности и энергосбережения являются крайне острыми и актуальными. Причем, речь идет не только о нашей стране – проблема снижения затрат электроэнергии имеет всеобщий масштаб. Постоянно растущее энергопотребление, увеличение тарифов на электроэнергию, в конце концов - необходимость сохранения не возобновляемых ресурсов, на которых работает большинство тепловых электростанций, все это, а также тот факт, что доля альтернативных источников производства электроэнергии в мире не превышает 3%, делают задачу экономии электрической энергии крайне важной. Причем для России это вдвойне актуально – ведь по некоторым оценкам довольно значительная доля всей электроэнергии у нас расходуется впустую – тратится зря.

В условиях значительных затрат электрической энергии на освещение, в том числе и уличное, её экономия может привести к реальным экономическим выгодам. Практика показывает, что на данный момент существует три основных способа экономии электроэнергии:

- *оптимальная планировка и проектирование осветительных установок;*
- *эффективное и рациональное управление электроосвещением;*
- *использование современных светотехнических средств.*

Вне всякого сомнения, что задача экономного использования электрической энергии может решаться еще на этапе проектирования осветительной установки – на предприятиях, в офисах, общественных зданиях и жилых помещениях. Правильное проектирование осветительного участка предполагает учет реальной потребности в освещении, его территориальное распределение, правильный подбор мощности с учетом естественного освещения, применения различных сочетаний комбинированных систем освещения.

Второй резерв снижения затрат электроэнергии – ее рациональное использование. Применение, в необходимых случаях, вместо общего местного освещения, автоматизация управления и регулирования освещения.

Переход от использования старых и неэффективных осветительных приборов, к новым, более экономичным светотехническим средствам является существенным резервом в экономии электрической энергии. Путь светотехники в настоящее время: переход от лампочек накаливания - к светодиодным лампам. Вот уже на протяжении нескольких десятилетий наши дома освещаются при помощи обычных лампочек накаливания. И именно они являются основной причиной потерь электроэнергии, поскольку коэффициент их полезного действия составляет не более 50%, а светотехнический КПД ещё на порядок меньше. То есть, как минимум половина электроэнергии расходуется впустую (это с учетом полезного теплового воздействия ламп накаливания).

Сейчас можно с уверенностью констатировать, что их эпоха подходит к концу, а на смену лампам накаливания придут более инновационные и энергосберегающие светотехнические приборы – галогенные лампы, компактно-люминисцентные лампы и светодиодные лампы. Что же представляю собой эти новые светотехнические приборы, и какую пользу они принесут потребителям?

Начнем с галогенных ламп, которые представляют собой лампы накаливания, в баллон которых добавлены буферные газы. В качестве таковых могут использоваться бром или йод. И именно применение галогенов позволяет существенно улучшить технико-эксплуатационные характеристики этих светотехнических изделий. Так, срок службы таких ламп может достигать до 4-х тысяч часов, а температура спирали при этом существенно повышается в сравнении с обычными лампами. В таком случае при одинаковом уровне светоотдачи, потребление электроэнергии в сравнении с обычными лампами накаливания существенно сокращается. К весомым достоинствам «галогенок» также следует отнести компактность. Среди недостатков галогенных ламп следует отметить особую белизну света, со смещением к ультрафиолетовому излучению.

Значительную помощь в экономии электроэнергии оказывают также компактно-люминисцентные лампы. Что отличает такие лампы, помимо компактности, так это изогнутый контур колбы. Они могут применяться как в качестве прямой замены лампам

накаливания, так и в специально разработанных под них типах светильников. Их отличительное преимущество – хорошая энергоэффективность. Уровень потребления электроэнергии у них в 5-6 раз ниже, нежели в обычных лампах накаливания. Из недостатков таких ламп следует указать высокие требования к условиям эксплуатации, при несоответствии которым лампы преждевременно выходят из строя.

В уличном освещении вместо дуговых ртутных ламп используются альтернативные, более эффективные металлогалогенные лампы, например, дуговые натриевые трубчатые лампы, обеспечивающие одновременно с экономией энергии повышение качества освещения.

Хорошей перспективой с точки зрения экономии электроэнергии обладают светодиодные лампы. Их основные достоинства – долговечность, выпуск под различные виды цоколей, а также низковольтное питание. По энергопотреблению они в 2-3 раза превосходят лампы накаливания. Основной недостаток светодиодных ламп – высокая стоимость, что ограничивает их доступность рядовым потребителям.

Существует ли на сегодняшний день какие-то препятствия на пути к экономии электроэнергии при помощи экономичной светотехники? К сожалению, да. В значительной мере они связаны с консерватизмом самих потребителей, что усложняет переход от использования обычных ламп накаливания к энергосберегающим. Играет свою роль и недостаточная раскрутка проблемы энергосбережения в СМИ.

Есть препятствия и со стороны самих производителей светотехники. В частности, многих потребителей коснулась непосредственно проблема преждевременного выхода из строя экономичных ламп. В первую очередь речь идет о производителях светотехники из стран Юго-Восточной Азии и Китая, которые не всегда уделяют должное внимание качеству продукции. Вторая проблема – высокая стоимость тех же светодиодных лампочек, которая делает их недоступными большинству отечественных граждан.

Но, несмотря на существующие проблемы и трудности, можно не сомневаться в том, что экономия электроэнергии при помощи современной светотехники будет набирать обороты. С одной стороны – проблему энергосбережения никто не отменял, и далее она будет становиться все более актуальной. С другой стороны, компании, несомненно, будут вести постоянную борьбу как за повышение срока службы светотехнической продукции, так и за снижение их себестоимости.

УДК 628.9(075.8)

*к.т.н., доцент, Н.И. Яковенко,  
Брянская ГСХА*

## **ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА**

В настоящее время в России, по разным данным приведенным и *интернет источниках*, порядка 110 млрд кВт/ч электроэнергии расходуется на освещение. Это около 14% всего того, что генерируется в стране. Практически освещение является крупнейшим однотипным потребителем электроэнергии. При этом на выработку единицы световой энергии в стране сегодня расходуется в 1,3–1,4 раза больше электроэнергии, чем в передовых странах. Светообеспечение на душу населения в России в 3,5-4 раза меньше, чем в США, Японии или ведущих странах Европы. В связи с этим, при наличии и широком применении современных энергосберегающих источников света необходимой номенклатуры и с соответствующими техническими характеристиками, можно через 5–6 лет получить великолепный результат, а именно сэкономить порядка 34 млрд кВт/ч. электроэнергии в год. Это даст возможность увеличить потребление световой энергии в 1,5 раза и расходовать на выработку одного мегалюмена часа 18 кВт/ч. электроэнергии, а не 28 кВт/ч., как это имеет место в настоящее время.

На светотехническом рынке России имеет место разнообразие высокоэффективных источников света. Это серия компактных люминесцентных ламп (КЛЛ) с резьбовым цоколем E27 и E14 и встроенной электронной пускорегулирующей аппаратурой мощностью от 7 до 23 Вт, предназначенных для прямой замены ламп накаливания общего назначения мощностью 25–150 Вт в существующих осветительных установках жилых помещений ЛОН с криптоновым наполнением. О значительных энергетических и экономических возможностях свидетельствуют данные таблице 1.

В таблице приведены сопоставительные характеристики двух типов ламп: компактных люминесцентных ламп с резьбовыми цоколями и встроенными электронными пускорегулирующими аппаратами; ламп накаливания общего назначения, эквивалентных по величине светового потока.

Таблица 1. Сравнительные характеристики КЛЛ мощностью 5–23 Вт (со встроенными ЭПРА, цоколем E27) и эквивалентными по световому потоку ЛОН мощностью 25–100 Вт

Мощность (P <sub>л</sub> ), Вт		Световой поток (Ф <sub>л</sub> ), лм		Световая отдача, лм/Вт		Продолжительность горения, ч		Габариты, мм			
								Длина, L		Диаметр, D	
ЛО Н	КЛ Л	ЛО Н	КЛ Л	ЛО Н	КЛ Л	ЛО Н	КЛ Л	ЛО Н	КЛ Л	ЛО Н	КЛ Л
25	5	230	250	9	50	1000	10000-12000	108	121	61	30
40	7	450	40	11-12	57			108	130	61	45
60	11	780	600	12-13	55			108	139	61	45
75	15	1010	900	13-14	60			108	143	61	52
100	20	1380	1200	13,8	60			108	156	61	52
100	23	1500	1500	15	65,2			96	176	50	58

*Примечание:* в последней строке ЛОН с криптоновым наполнителем.

Данные о реальной экономии (в стоимостном выражении) при замене в одной световой точке, например, в светильниках общего освещения на кухне, лампы накаливания общего назначения мощностью 100 Вт (криптоновая с Фл = 1500 лм) эквивалентной ей по световому потоку компактной люминесцентной лампой мощностью 23 Вт со встроенными электронными пускорегулирующими аппаратами и цоколем E27 при среднем времени суммарной работы 1000 часов представлены в таблице 2.

Большой срок службы компактных люминесцентных ламп позволяет резко уменьшить затраты на обслуживание осветительной установки. Так, при средней годовой работе светильников в торговом зале магазина около 3600 часов, в случае замены ламп накаливания

общего назначения на компактные люминесцентные лампы, интервалы между плановыми сменами источников света увеличиваются с 3,5 до 33 месяцев (2 года 9 месяцев). В бытовом секторе (при 1000 ч/год) интервалы увеличиваются, соответственно, с 11–12 до 109 месяцев (примерно 9 лет).

Таблица 2. Расчет экономии за срок службы КЛЛ мощностью 23 Вт при замене ею ЛОН мощностью 100 Вт в одной световой точке у частного потребителя

Характеристика	КЛЛ	ЛОН*
А-Мощность лампы	23 Вт	100 Вт
Б-Световой поток	1500лм	1500лм
В- Средний срок службы, ч	10000	1000
Г- Средняя розничная цена за одну штуку	100 руб	5 руб
Д- Годовая наработка световой отдачи	1000 ч	1000 ч
Е- Суммарное время работы за 10 лет	10000 ч	10000 ч
Ж- Тариф на электроэнергию	3 руб/к вт·ч	
З- Стоимость электроэнергии израсходованной за время службы: А·Е·Ж	690 руб	3000 руб
И- Стоимость ламп, заменяемых за время службы	100 руб	50 руб
К- Суммарные затраты за время службы: З+И	790 руб	3050 руб
Экономия ( $K_{\text{ЛОН}} - K_{\text{КЛЛ}}$ ) =	2260 руб	

\* - ЛОН с криптоновым наполнением.

Проведенный фирмой «OSRAM» (Германия) прогноз показывает, что замена в домашних хозяйствах страны 35 млн ламп накаливания общего назначения мощностью 60 Вт на компактные люминесцентные лампы мощностью 11 Вт позволила бы за 10 тыс. часов сэкономить на электростанциях 5 млн т/год каменного угля. Это, в свою очередь, дало бы возможность существенно уменьшить выбросы двуокиси углерода в атмосферу.

Приведенные данные свидетельствуют о существенном потенциале экономии электроэнергии, который заложен в расширении применения компактных люминесцентных ламп, и о значительном вкладе в оздоровление окружающей среды в результате использования этого энергоэффективного источника света при массовом применении.

В настоящее время компактные люминесцентные лампы закупаются за рубежом. В результате отечественный рынок заполнили лампы энергоемкие и не всегда лучшего качества. К таковым можно отнести компактные люминесцентные лампы со встроенной электронной пускорегулирующей аппаратурой и цоколем E27 производства фирмы «Megan» (Китай). По результатам испытаний, проведенных в ГУП Республики Мордовия «НИИИС им. А. Н. Лодыгина», ряд ламп, в основном небольших мощностей, имели завышенные (почти в два раза) световые потоки и заниженные значения мощности. Другими словами, они имели более высокую световую отдачу (например, у ламп мощностью 11 Вт — 68,7 лм/Вт вместо 42,9 лм/Вт) по сравнению с заявляемыми данными. Следовательно, от этих ламп нельзя ожидать установленного фирмой срока службы, т.е. данные лампы ненадежны в процессе эксплуатации. Аналогичная ситуация сложилась в отношении ламп большей мощности (от 55 до 150 Вт) и других типов ламп китайских фирм. Некоторые лампы импортного производства по результатам измерений имели световые потоки и световую отдачу в 1,5–2 раза ниже заявленных, из чего следует, что лампы не соответствуют критериям энергоэффективности.

УДК 002.5/6:377

*к.т.н., доцент, Н.И. Яковенко,  
Брянская ГСХА*

## **ИНФОРМАЦИОННОСТЬ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА**

Невозможно представить себе ни одного структурного элемента, ни одной подсистемы, да и, пожалуй, живых участников всех процессов (преподавателей, сотрудников, обучающихся, населения), без представ-

ления их в какой-либо форме на уровне информации (описания, документов, учебных материалов, научных статей, отчетов, личных дел, переписки и т.п.). Отличительной особенностью деятельности сельскохозяйственного вуза является то, что в нем наряду с классическими видами профессионального образования – агрономическим, зооветеринарным, инженерным и экономическим - поддерживается природоохранное, а также по специальностям коммерция, менеджмент, маркетинг, переработки сельскохозяйственной продукции, технического сервиса сельскохозяйственной техники и другие.

В технологическом отношении в работе с информацией сегодня нет альтернативы информационным технологиям. Основная мировая тенденция в обработке информации - это экспоненциальное сокращение сроков удвоения прироста информации: за период до 1999 года объем информации удвоился за 5 лет; за период до 2003 года он будет удваиваться за 2,5 года; за период до 2020 года (прогноз) - за 2,5 месяца.

Информационное постиндустриальное общество XXI в. означает прорыв к новым социально-производственным отношениям, при которых определяющим началом общественной жизни становятся взаимоотношения людей, а основным производственным фактором - знания, содержанием труда - обработка, хранение и использование информации, главным источником новых технологий - фундаментальные науки.

В пределах конкретного региона можно выделить ряд основных задач, определяющих направления, масштаб и виды применения современных информационных технологий, а именно:

1. Создание территориальной распределенной среды телекоммуникационного взаимодействия с обеспечением населению эффективного доступа в общероссийскую и мировые сети.

2. Формирование информационно-образовательной среды региона, ориентированной на удовлетворение конкретных образовательных потребностей населения в режиме открытого доступа.

3. Освоение образовательными учреждениями новых образовательных технологий в форме "виртуальной среды обучения".

4. Целенаправленное распространение различных форм дистанционного образования.

5. Создание интегрированных информационно-аналитических си-

ством обеспечения управления образовательными учреждениями.

Размещение учебных ресурсов, как правило, совпадает с сетью образовательных учреждений на территории. В этом случае речь уже идет о специально сформированной информационно-образовательной среде. Цель создания такой среды состоит в том, чтобы каждый желающий (обучающийся) смог получить доступ к ней и посредством ее (в рамках предметно-, объектно- или сферно-ориентированного образовательного пространства) приобрести знания. С этой точки зрения в состав информационно-образовательной среды следует включить самих обучающихся, а также и преподавателей. Тогда такая учебная среда дает уникальные возможности получения знаний как самостоятельно, так и под руководством или контролем.

Виртуальная среда обучения как новая форма образовательной технологии открывает для обучаемых и их наставников широкий набор возможностей и задач. Особые свойства компьютеров можно использовать для подкрепления процессов в виртуальной среде обучения по целому ряду относительно независимых измерений, таких как *визуализация, диагностика, исправление недостатков и восполнение пробелов, осмысление ситуации и промежуточных результатов, поддержка памяти, вариация опоры или динамическое изменение уровня индивидуальной поддержки, создание гипотетических ситуаций, путешествие во времени, автономия, ритм работы, поливариантная избыточность, мотивация, групповая работа, интеграция знаний, адаптированный доступ.*

Полные возможности среды, неограниченной конкретным временем и местом и наделенной способностью сохранять события прошлого и прогнозировать будущее развитие процессов, еще не раскрыты широко и пока, к сожалению, медленно, на серьезном уровне изучаются, осмысливаются и осваиваются педагогами средней и высшей школ, и тем более в образовании взрослых, тогда как актуальность этого очевидна специалистам в области телекоммуникаций и компьютерных технологий общего применения. И в данном случае мы приходим к необходимости междисциплинарного взаимодействия разных педагогических коллективов.

УДК 378.1

*к.т.н., доцент, Н.И. Яковенко,  
Брянская ГСХА*

## **МОТИВАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

Возрастание роли и объема самостоятельной работы студента требует повышенного внимания к вопросам ее организации, стимуляции и интенсификации. Как известно, успешная учебная деятельность, и в особенности деятельность самостоятельная, должна опираться на соответствующую мотивацию, характеризующую поведение обучающегося. Поэтому одной из основных задач при организации самостоятельной работы студента является воздействие на те стимулы, которые формируют его реальный интерес к учебе [1,2].

Можно выделить три типа мотивации, которые в совокупности формируют интерес студента к учебе.

*Первый тип* — его можно назвать внутренней мотивацией — связан с устремлениями студента как личности. Этот тип во многом определяется психологическим обликом студента. Внутренняя (психологическая) мотивация определяет, например, студента или группу студентов стремление к занятиям математикой, иностранным языком, историей и т.д. Внутренний тип мотивации изучен наиболее полно.

*Второй тип* — внешняя мотивация. Она относится как к учебному процессу, так и к личности студента. По своему характеру побуждения, определяющие этот тип, могут считаться социальными по происхождению. При этом побудительными причинами, то есть мотивами, формирующими интерес студента к занятиям, могут явиться престижность той или иной профессии, определенные групповые и семейные традиции, другие аналогичные факторы.

Наконец, *третий тип* может быть назван процессуальным или учебным. Возникновение побудительных стимулов к занятиям в этом случае формируется характером учебного процесса и его организацией. Здесь побуждениями могут явиться необходимость изучения той или иной дисциплины, нужной для овладения профессиональными умениями. Примером может послужить желание освоить статистику студентами, не испытывающими тяги к занятиям математикой, но в то

же время стремящимися стать хорошими врачами-гигиенистами. Другие стимулы этого же рода — стремление получать повышенную стипендию, обеспечить себе хорошее распределение и т.д.

Нетрудно заметить, что выделенный здесь третий тип мотивации до известной степени носит элементы принудительности. Подобная мотивация часто связана с психологическим дискомфортом. Более того, именно в силу своей служебно-принудительной функции соответствующие мотивы могут оказаться малоэффективными для определенной категории обучающихся, несмотря на то, что традиционный подход к организации и построению учебного процесса уделяет формированию стимулов подобного рода большое внимание.

Для успешной организации самостоятельной работы студента необходимо сосредоточить внимание педагога прежде всего на стимулах, отвечающих внутреннему типу мотивации. Одновременно, если это оказывается возможным, желательно перевести ряд стимулов из мотивации учебной и внешней во внутренний ряд. Опыт показывает, что существует несколько полезных приемов, которые основываются на повышении интереса к тем или иным темам учебного плана, снятии ряда психологических трудностей, мешающих работе, и, наконец, разработке соответствующего дидактического материала

Мероприятия, направленные на интенсификацию стимулов внутренней мотивации, делятся на два вида. К первому относятся мероприятия, касающиеся всего студенческого коллектива. Это так называемые групповые мероприятия. Они приобретают особое значение именно в рамках самостоятельной работы, которая как по своим целям, так и по возможности практической реализации носит высокоинтеллектуальный характер.

Типичным примером группового мероприятия является возбуждение чисто профессионального интереса к тому или иному предмету учебного плана. Этой цели можно добиться введением в лекционный курс различного рода профессионально-ориентированных примеров применения тех или иных законов и явлений в технической деятельности. Весьма эффективным приемом, стимулирующим возбуждение интереса к предмету, является анализ различного рода производственных ситуаций, и в частности, аварий. в частности, в темах рефератов по самостоятельно изучаемым студентами разделам теоретического курса.

Реализация подобного подхода осуществляется на основе единого плана. При этом для облегчения работы преподавателя, довольно часто ведущего параллельные занятия на разных факультетах, то есть имеющего дело со студентами различных специальностей, целесообразно заранее подготовить альбом примеров, которые иллюстрируют роль и техническое использование тех или иных положений общенаучных дисциплин в профессионально-технической сфере различных специальностей.

Кроме дополнительной стимуляции интереса к предмету в рамках группового и индивидуального подхода, имеется еще один способ усиления внутренней мотивации учебной деятельности студента. Ему обычно уделяют очень мало внимания, ибо связан он с преодолением различного рода психологических препятствий, блокирующих вновь рождающиеся стимулы. Эта блокировка обычно возникает из-за отсутствия у студентов определенного типа творческих умений, которые назовем творческими умениями базового уровня специализации.

Так, заинтересовавшись, к примеру, проблемой влияния на урожайность различных природных факторов, студент не может всерьез продвинуться вперед, пока не овладеет приемами статистической обработки результатом наблюдений. При этом он быстро теряет только что сформировавшийся интерес к проблеме и положительные стимулы к занятиям угасают в нем практически сразу же после их возникновения. Более того, если студент по каким-либо причинам заранее не освоил служебных навыков своей профессиональной деятельности, то при столкновении с необходимостью их использования возникающие трудности нередко формируют у него негативное отношение к различным аспектам будущей профессиональной деятельности.

По этим причинам задачей преподавателя является построение учебного процесса, которое позволило бы студенту исподволь освоить творческие навыки и умения базового уровня. Это даст возможность разблокировать многие положительные стимулы и тем самым повысит внутреннюю мотивацию, столь необходимую для успешной самостоятельной работы.

Число творческих умений базового уровня специализации достаточно велико. К ним относятся, например, умения графически обрабатывать результаты, проводить поиск литературы, оценивать погрешности и т.д. Они вырабатываются в процессе изучения различных дисциплин, формируя некоторый инвариантный набор, и являются,

таким образом, межпредметными или обобщенными. Их освоение позволяет студенту с успехом овладеть основами профессиональной деятельности. При этом успешное решение служебных вопросов вызывает у него в процессе занятий положительные эмоции, в результате формируется так называемый эффект подкрепления.

Таким образом, целенаправленный подход на основе комплексных мероприятий по интенсификации учебной деятельности позволяет повысить уровень внутренней мотивации у обучающихся и тем самым обеспечить более высокую степень самостоятельности при выполнении учебных заданий. Как показывает опыт практической работы, успех такого рода возрастает в том случае, если он сочетается с так называемой постпрофориентационной работой, то есть с дополнительной работой по ознакомлению с будущей профессией, проводимой в процессе обучения на младших курсах.

### **Литература**

1. Современный образовательный процесс: основные понятия и термины / Авторы-составители М.Ю. Олешков и В.М. Уваров . — М.: Компания Спутник+, 2006. - 191 с.
2. Беспалько В.П. Слагаемые педагогической технологии.- М., 1989.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Белова Т.И., Гавришук В.И., Агашков Е.М.</b> АНАЛИЗ СПОСОБОВ И УСТРОЙСТВ ОЦЕНКИ ЗАПОТЕ- ВАНИЯ ОЧКОВЫХ СТЕКОЛ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬ- НОЙ ЗАЩИТЫ.....	3
<b>Белова Т.И., Шувалов В.В., Гавришук В.И., Агашков Е.М.</b> <b>Кузнецов П.И., Лобода О.А.</b> АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	10
<b>Белова Т.И., Шувалов В.В., Гавришук В.И., Агашков Е.М.,</b> <b>Кузнецов П.И., Лобода О.А.</b> АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И УСЛО- ВИЙ ТРУДА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СУХИХ ПИЩЕКОН- ЦЕНТРАТОВ.....	19
<b>Белова Т.И., Шувалов В.В., Гавришук В.И., Агашков Е.М.,</b> <b>Кузнецов П.И., Лобода О.А.</b> АНАЛИЗ ТРАВМАТИЗМА И ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ В СЕЛЬ- СКОХОЗЯЙСТВЕННОМ И ОБРАБАТЫВАЮЩЕМ ПРО- ИЗВОДСТВАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И ОРЛОВ- СКОЙ ОБЛАСТИ.....	26
<b>Белова Т.И., Гавришук В.И., Агашков Е.М., Кузнецов</b> <b>П.И., Лобода О.А.</b> АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ТРУДА РАБОТАЮЩИХ В ПИЩЕ- ВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ.....	31
<b>Белова Т.И., Филиппов А.А., Растягаев В.И., Сухов С.С.</b> ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ОПЕРАТОРОВ САМО- ХОДНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН.....	37
<b>Беззуб Ю.В.</b> УСТРОЙСТВА ЗАМЕДЛЕНИЯ ЖИДКОСТНОГО ПОТО- КА ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕ- МАХ МАШИН .....	45
<b>Беззуб Ю.В.</b> ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТРЕХСЕКЦИОННОГО ТЕЛЕСКОПИЧЕСКОГО ГИДРОЦИ- ЛИНДРА .....	50

<b>Безик В.А., Маркарянц Л.М., Александян И.Э.</b> ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ КОМБИНИРОВАННОГО УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ.....	53
<b>Безик Д.А.</b> РАСЧЁТ ТОКОГРАНИЧИВАЮЩИХ РЕАКТОРОВ В УСТА- НОВКАХ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ.....	60
<b>Василенков В.Ф., Василенков С.В.</b> УДАЛЕНИЕ РАДИАЦИИ В ЗАГРЯЗНЕННЫХ ЦЕЗИЕМ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ.....	66
<b>Голубева И.Е., Галанина О.В.</b> К ВОПРОСУ О МОДЕЛИРОВАНИИ И АНАЛИЗА СОВРЕ- МЕННЫХ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ..	77
<b>Грунтович Н.В., Жеранов С.А.</b> ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ ЗЕРНА И КУКУРУЗЫ НА ЭНЕР- ГЕТИЧЕСКИЕ ЗАТРАТЫ ПРИ ЕГО СУШКЕ.....	81
<b>Грунтович Н.В.</b> ТЕХНИЧЕСКОЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ДИЗЕЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ.....	85
<b>Грунтович Н.В., Грунтович Н.В.</b> ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ КОМПЕНСАТОРЫ (РЕЗОНАТОРЫ) ДЛЯ ЭКОНОМИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ И ПО- ВЫШЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА МОЩНОСТИ.....	89
<b>Гурьянов Г.В., Серпик И.Н., Кисель Ю.Е., Лякова А.В.</b> РАСЧЕТ УПРУГИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПОЗИЦИ- ОННЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕ- МЕНТОВ.....	92
<b>Дёмина О.Н.</b> МЕТОДИКА ОЦЕНКИ РАБОТЫ КОММУНАЛЬНЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ СТОЧНЫХ ВОД.....	100

***Зеленухо Е.В.***

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВТОРИЧНЫХ ТОПЛИВНЫХ РЕСУРСОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЭНЕРГИИ..... 108

***Зверева Л.А.***

О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА СУБЪЕКТИВНОЙ ОЦЕНКИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ В СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ..... 106

***Капошко Д.А., Воронин А.А., Зимин С.А.***

ОБЗОР СПОСОБОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И УПРОЧНЕНИЯ ДИСКОВЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН..... 111

***Комогорцев В.Ф.***

ИЗГИБ ОДНОРОДНОЙ КОЛЬЦЕВОЙ БАЛКИ ПРОИЗВОЛЬНОЙ САМОУРАВНОВЕШЕННОЙ НАГРУЗКОЙ..... 117

***Кривоноскова В.Н., Каничева Н.В.***

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОРАДАРОВ ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ..... 121

***Кроитору Д.В., Гурьянов Г.В., Кисель Ю.Е., Лякова А.В.***

ЭКСПРЕСС-МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАВ ДЛЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ..... 126

***Маловастая Е.Ф.***

ОСОБЕННОСТИ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В СЕТЯХ СО СПЕЦИФИЧЕСКИМИ НАГРУЗКАМИ.... 130

***Маркарянц, Л.М., Безик В.А. Кирдищев Д.В.***

КЛАССИФИКАЦИЯ НАВОЗООБОРОЧНЫХ ТРАНСПОРТЕРОВ..... 134

***Маркарянц Л.М. Безик В.А., Самородский П.А.***

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ УСТРОЙСТВ ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ..... 136

***Маркарянц Л.М., Безик В.А., Д.В. Кирдищев***

УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ НАВОЗООДАЛЕНИЯ..... 139

<b>Маркарянц, Л.М., Жиряков А.В., Кожухов А.В.</b> ИЗМЕНЕНИЕ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРИ РЕГУЛИРОВАНИИ НАПРЯЖЕНИЯ НА СВЕТОДИОДНЫХ СВЕТИЛЬНИКАХ.....	145
<b>Маркарянц, Л.М., Жиряков А.В., Лавров В.И., Маликов А.Н.</b> КОНТРОЛЬ СИЛОВЫХ КАБЕЛЕЙ ИЗ СШИТОГО ПОЛИЭТИЛЕНА И ЧАСТИЧНЫЕ РАЗРЯДЫ В НИХ.....	149
<b>Никитин А.М.</b> ФАКТОРЫ И ПРИЧИНЫ АВАРИЙНОСТИ И ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОГО ТРАВМАТИЗМА.....	153
<b>Никитин А.М.</b> МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ .....	156
<b>Никитин А.М.</b> РАСЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АВАРИЙНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛЕЙ МАРКОВСКИХ ПРОЦЕССОВ.....	161
<b>Никитин А.М.</b> ВЫБОР ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ, МАКСИМАЛЬНО ЭФФЕКТИВНЫХ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ.....	167
<b>Никитин А.М.</b> РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ДОСТИЖЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ .....	171
<b>Никитин А.М.</b> АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ АВАРИЙНОСТИ В БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ В 2013 ГОДУ.....	181
<b>Погонышев В.А., Панкова Е.А., В.В. Лозунов</b> АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В ПОДРАЗДЕЛЕНИЯХ БГСХА.....	188

<b>Прыгов Н.М., Широбокова О.Е., Прыгова В.В.</b> К ВОПРОСУ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГАРМОНИЧЕСКИХ ИСКАЖЕНИЙ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ.....	191
<b>Прыгов Н.М., Широбокова О.Е., Прыгова В.В.</b> О ЕДИНИЦЕ ИЗМЕРЕНИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ КИЛОВАР (КВАР).....	196
<b>Прыгов Н.М., Широбокова О.Е.</b> ПРОИСХОЖДЕНИЕ И УСТРАНЕНИЕ ГАРМОНИК В ЭЛЕКТРОСЕТЯХ.....	199
<b>Растягаев В.И., Сухов С.С.</b> ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДИТЕЛЯ КАК ГЛАВНОГО ЭЛЕМЕНТА АКТИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМЫ «ВОДИТЕЛЬ-АВТОМОБИЛЬ – ДОРОГА - СРЕДА» .....	206
<b>Старовойтов С.И.</b> ОСОБЕННОСТИ ДИСКОВЫХ ПОЧВООБАРАБАТЫВАЮЩИХ ОРУДИЙ.....	210
<b>Шкилев В.Д., Паршутин В.В., Коваль А.В.</b> ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ МЕТАЛЛА.....	216
<b>Яковенко Н.И.</b> О НЕКОТОРЫХ ЭЛЕМЕНТАХ ЭКОНОМИИ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ОСВЕЩЕНИИ.....	225
<b>Яковенко Н.И.</b> ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА.....	228
<b>Яковенко Н.И.</b> ИНФОРМАЦИОННОСТЬ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА.....	231
<b>Яковенко Н.И.</b> МОТИВАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ	234

Научное издание

**ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ,  
ИНФОРМАТИЗАЦИИ И АВТОМАТИЗАЦИИ,  
БЕЗОПАСНОСТИ  
И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В АПК**

*VIII Международная  
научно-техническая конференция*

Редактор Павлютина И.П.



---

Подписано к печати 5.08.2014 г. Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>..  
Бумага офсетная. Усл. п. л. 14,11. Тираж 100 экз. Изд. 2790.

---

Издательство Брянской государственной сельскохозяйственной академии  
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянская ГСХА