

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФГОУ ВПО «БРЯНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»**

*Проблемы энергообеспечения,  
информатизации и автоматизации,  
безопасности и природопользования в АПК*

**Сборник  
материалов международной  
научно-практической конференции  
(21-23 сентября 2011 года)**

Брянск 2011

УДК 631.145.372.621.3

ББК 40.72

К 64

**ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ, ИНФОРМАТИЗАЦИИ И АВТОМАТИЗАЦИИ, БЕЗОПАСНОСТИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В АПК.** Сборник материалов международной научно-практической конференции. – Брянск.: Издательство Брянской ГСХА, 2011. – 203 с.

ISBN-978-5-88517-201-1

Сборник содержит результаты научных исследований ученых Брянской ГСХА и других ВУЗов РФ, Республики Молдова, Республики Казахстан. Сборник рассчитан на научных и инженерно-технических работников, занимающихся проблемами энергетики, информатизации, а также вопросами безопасности жизнедеятельности и экологии.

Под общей редакцией доктора технических наук, профессора Маркарянц Л.М.

ISBN-978-5-88517-201-1

@ ФГОУ ВПО Брянская ГСХА, 2011

@ Коллектив авторов, 2011

## СОДЕРЖАНИЕ

1.	<i>Алексамян И.Э.</i> Математическая модель «асинхронный двигатель – комбинированное устройство защиты».....	7
2.	<i>Байдакова Е.В.</i> Рекомендации по размещению мелко-трубчатых колодцев по территории.....	12
3.	<i>Безик В.А., Алексамян И.Э.</i> Экономическая эффективность внедрения комбинированного устройства защиты.....	14
4.	<i>Безик Д.А., Малякко А.В.</i> Влияние длины монтажного кабеля на перенапряжения на зажимах двигателя.....	19
5.	<i>Будаговский С.С., Шевченко Л.М.</i> Определение коэффициента эманирования строительных материалов по радону с применением гамма-спектрометра.....	25
6.	<i>Бычкова Т.В.</i> Модель управления предпочтениями.....	33
7.	<i>Василенков В.Ф., Кривоноскова В.Н., Демина О.Н.</i> К вопросу об оптимизации работы водосбросных сооружений прудов при сбросе наносов тонких фракций.....	36
8.	<i>Василенков В.Ф., Кривоноскова В.Н., Демина О.Н.</i> Моделирование процесса образования и сработки призмы трансформации паводка.....	41
9.	<i>Василенков В.Ф., Василенков С.В.</i> Вымыв цезия из почвы промывными поливами на склонах.....	46
10.	<i>Везубова Н.А.</i> Изучение САПР – первая ступень подготовки конкурентоспособного специалиста.....	51
11.	<i>Везубова Н.А., Безик Д.А., Смолко А.А.</i> Современные средства релейной защиты и автоматики.....	55
12.	<i>Везубова Н.А., Безик Д.А., Смолко А.А.</i> Автоматизированная система коммерческого учёта электроэнергии.....	58

13.	<i>Гурьянов Г.В., Жиряков А.В.</i> <b>К вопросу об электрических явлениях при обработке почв.....</b>	<b>64</b>
14.	<i>Гурьянов Г.В., Голубева И.Е., Шелоп М.А.</i> <b>Создание бизнес-процесса «Управление качеством электрической энергии».....</b>	<b>66</b>
15.	<i>Гурьянов Г.В., Кисель Ю.Е., Кисель П.Е., Курбатов Д.С.</i> <b>Влияние нагрева на ударную вязкость композиционных электрохимических покрытий.....</b>	<b>69</b>
16.	<i>Захаров И.П., Захаров Е.И., Лавриненко Н.В., Иванцов Н.А., Ицков И.С., Подсоломко А.В., Могилин Е.С., Матвеев А.С., Конохов А.Ю., Глушаков Е.М.</i> <b>О дроблении при помощи ЭГЭ искусственных и минеральных образцов в полевых условиях.....</b>	<b>72</b>
17.	<i>Зверева Л.А.</i> <b>Экономико-математическая модель эффективного использования реабилитационных мероприятий в растениеводстве на радиоактивно загрязненных землях.....</b>	<b>76</b>
18.	<i>Купреенко А.И., Кологорцев В.Ф.</i> <b>Математическая модель процесса нагрева зерна при его сушке.....</b>	<b>82</b>
19.	<i>Лаптев В.А., Рябчинский А.С.</i> <b>Проблемы электроснабжения тепличного предприятия.....</b>	<b>86</b>
20.	<i>Маловастая Е.Ф.</i> <b>Потери электроэнергии и способы их снижения.....</b>	<b>91</b>
21.	<i>Маркарянц Л.М., Жиряков А.В.</i> <b>Недостатки в надёжности и безопасности электрокалориферных установок и возможные способы их устранения.....</b>	<b>94</b>
22.	<i>Маркарянц Л.М., Самородский П.А.</i> <b>Результаты экспериментальных исследований устройства защитного отключения.....</b>	<b>97</b>
23.	<i>Маркарянц Л.М., Безик В.А., Самородский П.А.</i> <b>Комбинированное устройство контроля сопротивления изоляции.....</b>	<b>100</b>

24.	<i>Маркарянц Л.М., Никитин А.М.</i> Тенденции развития энергетики.....	104
25.	<i>Маркарянц Л.М., Лавров В.И., Никитин А.М.</i> Развитие нетрадиционной возобновляемой энергетики.....	107
26.	<i>Панов М.В.</i> Выявление доминирующих факторов при компостировании на этапе планирования эксперимента.....	112
27.	<i>Паришутин В.В., Пасинковский Е.А., Парамонов А. М., Коваль А.В., Чернышева Н.В.</i> Разработка способов повышения коррозионной стойкости металлов химико-термической обработкой при анодном электролитном нагреве.....	119
28.	<i>Петракова Н.В., Тенютин М.Ю.</i> Моделирование работы сети электроснабжения.....	124
29.	<i>Погоньшев В.А., Миненко А.А.</i> Моделирование процесса абразивного изнашивания.....	129
30.	<i>Погоньшев В.А.</i> Проблемы эффективности энергозатрат в подразделениях Брянской ГСХА.....	134
31.	<i>Погоньшев В.А, Погоньшева Д.А Цуканова Л.А.</i> Компетентностный подход физматподготовки специалистов агропромышленного профиля.....	140
32.	<i>Прыгов Н. М, Широбокова О. Е., Кирдищев Д.В.</i> Действие электромагнитных полей на здоровье человека.....	144
33.	<i>Репина Л.А., Осипенко В.Т.</i> Использование систем втоматизированного проектирования при изучении инженерной графики.....	150
34.	<i>Сакович Н.Е.</i> Информационные технологии в консультационной деятельности.....	155
35.	<i>Сакович Н.Е.</i> О программном комплексе энергетика «Акула 1.3».....	158

36.	<i>Сакович Н.Е.</i> <b>Интерактивные обучающие системы как средство эффективной подготовки специалистов.....</b>	<b>161</b>
37.	<i>Сакович Н.Е., Никулин В.В.</i> <b>Развитие конструкций антиблокировочных систем автомобилей.....</b>	<b>165</b>
38.	<i>Сакович Н.Е., Никулин В.В.</i> <b>Методы и средства диагностирования тормозных систем.....</b>	<b>170</b>
39.	<i>Сакович Н.Е.</i> <b>Транспорт и его влияние на окружающую среду...</b>	<b>174</b>
40.	<i>Сакович Н.Е.</i> <b>Влияние автомобильного транспорта на окружающую среду.....</b>	<b>176</b>
41.	<i>Сакович Н.Е.</i> <b>Основные направления и пути снижения выбросов автотранспорта.....</b>	<b>181</b>
42.	<i>Старовойтов С.И., Старовойтова Н.П., Чемисов Н.Н.</i> <b>Твердость и влажность среднесуглинистой почвы в условиях засушливого лета 2010 года.....</b>	<b>186</b>
43.	<i>Тюнин А.И.</i> <b>Конкурентоспособный выпускник как результат воздействия непрерывного экономического образования в общеобразовательной школе.....</b>	<b>187</b>
44.	<i>Черняков И.Е., Безик В.А.</i> <b>Обоснование рациональных параметров сердечников, состоящих из трубчатых нагревательных элементов.....</b>	<b>197</b>
45.	<i>Широбокова О.Е.</i> <b>Вопросы моделирования хрупких материалов в стадии разрушения.....</b>	<b>200</b>

УДК 621.316

*Алексамян И.Э., аспирант  
ФГОУ ВПО «Брянская госсельскохозяйственная академия»*

## **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ «АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ - КОМБИНИРОВАННОЕ УСТРОЙСТВО ЗАЩИТЫ»**

Надежная работа электроустановок зависит от качества применяемых защитных средств. Для их оптимальной настройки необходима математическая модель «асинхронный двигатель - комбинированное устройство защиты», которая охватывает уравнения, описывающие работу этой технической системы. Решение этих уравнений возможно только численными методами. При этом основной объём работы связан с исследованием работы двигателя во всевозможных ненормальных режимах. Большинство уравнений технических систем не имеет однозначного решения. Для выбора одного решения из множества возможных надо иметь полный набор зависимостей между основными величинами, характеризующими двигатель во всех ненормальных режимах работы [5].

Ненормальными режимами следует считать все режимы, при которых неповрежденный электродвигатель начинает потреблять ток, больший номинального, а через питающие их кабели и аппараты начинают проходить токи, превышающие предельно допустимые для них величины. При этом следует учитывать неизбежность пусковых токов асинхронного электродвигателя. Пусковые токи начинают представлять опасность только в том случае, когда их длительность и частота возникновения превышают допустимую в отношении нагрева величину.

Защита от перегрузки электродвигателей также не должна быть мгновенно действующей. При возникновении небольшой случайной кратковременной перегрузки электродвигателя нет никаких оснований для немедленного его отключения, ибо

такие перегрузки не создают опасности повреждения электродвигателя.

Факторами, вызывающими переход электродвигателя из нормального режима в ненормальный являются: перегрузка на валу, снижение напряжения, несимметрия напряжения, обрыв цепи одной из фазы.

Любое изменение момента нагрузки нарушает электро-механическое равновесие системы, что приводит к изменению скольжения, ЭДС в обмотке ротора и токов в обмотке ротора и статора, потерь мощности в них.

Снижение напряжения на зажимах обмотки статора вызывает ослабление вращающегося магнитного поля, рост скольжения и, несмотря на снизившееся напряжение, в большинстве случаев – рост токов в обмотках ротора и статора. Согласно ГОСТ 13109-97 на зажимах двигателя допускаются нормально допустимые и предельно допустимые значения установившегося отклонения напряжения  $\Delta U_y = \pm 5\% \div \pm 10\%$  и коэффициенты несимметрии напряжений по обратной последовательности и нулевой последовательности  $\kappa_{ii} = 2\%$   $\kappa_{oi} = 2\%$  соответственно.

Двигатель имеет два входа: со стороны обмотки статора и со стороны вала. Все режимы работы исправного двигателя задаются ему через эти входы. Симметричные режимы задаются парой величин напряжением  $U$  и моментом  $M$ . Несимметричные трёхфазные режимы задаются четвёркой величин  $U_{(1)}$ ,  $M$ ,  $\kappa_{ii}$ ,  $\Psi$  - напряжением первой гармоники питающего напряжения, моментом, коэффициентом несимметрии напряжения, угол несимметрии. Эти величины являются независимыми переменными (внешними факторами), а величины, контролируемые устройством защиты – их функциями.

В зависимости от числа одновременно действующих внешних факторов, ненормальные режимы делят на простые и сложные. К первым относятся режимы с одним внешним фактором. При одновременном действии двух и более факторов режимы являются сложными [5].

Учитывая коэффициент несимметрии  $\kappa_{ii}$  и угол несимметрии  $\Psi$  несимметричные системы векторов фазных и линейных напряжений описываются выражениями:



$$\begin{aligned}
\dot{U}_A &= \dot{U}_{A1} + \dot{U}_{A2} e^{j\Psi}, \\
\dot{U}_B &= \dot{U}_{A1} e^{-j120^\circ} + \dot{U}_{A2} e^{-j240^\circ} e^{j\Psi} = \dot{U}_{A1} e^{-j120^\circ} + \dot{U}_{A2} e^{j(\Psi-240^\circ)}, \\
\dot{U}_C &= \dot{U}_{A1} e^{-j240^\circ} + \dot{U}_{A2} e^{-j120^\circ} e^{j\Psi} = \dot{U}_{A1} e^{-j240^\circ} + \dot{U}_{A2} e^{j(\Psi-120^\circ)}, \\
\dot{U}_{AB} &= \dot{U}_A - \dot{U}_B, \\
\dot{U}_{BC} &= \dot{U}_B - \dot{U}_C, \\
\dot{U}_{CA} &= \dot{U}_C - \dot{U}_A.
\end{aligned} \tag{1}$$

$$\text{Модуль вектора } U_{A2} = k_u U_{A1} \tag{2}$$

Токи в фазах двигателя при несимметричном режиме определяются из выражений:

$$\begin{aligned}
i_A &= \frac{\dot{U}_{A1}}{\bar{Z}_1} + \frac{k_u \dot{U}_{A1} e^{j\Psi}}{\bar{Z}_2}, \\
i_B &= \frac{\dot{U}_{A1} e^{-j120^\circ}}{\bar{Z}_1} + \frac{k_u \dot{U}_{A1} e^{j(\Psi-240^\circ)}}{\bar{Z}_2}, \\
i_C &= \frac{\dot{U}_{A1} e^{-j240^\circ}}{\bar{Z}_1} + \frac{k_u \dot{U}_{A1} e^{j(\Psi-120^\circ)}}{\bar{Z}_2}.
\end{aligned} \tag{3}$$

Токи прямой и обратной последовательностей соответственно равны:

$$\begin{aligned}
i_{A1} &= \frac{\dot{U}_{A1}}{\bar{Z}_1}, \\
i_{A2} &= \frac{k_u \dot{U}_{A1} e^{j\Psi}}{\bar{Z}_1}, \\
i_{B1} &= \frac{\dot{U}_{A1} e^{-j120^\circ}}{\bar{Z}_1}, \\
i_{B2} &= \frac{k_u \dot{U}_{A1} e^{-j240^\circ} e^{j\Psi}}{\bar{Z}_1}, \\
i_{C1} &= \frac{\dot{U}_{A1} e^{-j240^\circ}}{\bar{Z}_1}, \\
i_{C2} &= \frac{k_u \dot{U}_{A1} e^{-j120^\circ} e^{j\Psi}}{\bar{Z}_1}.
\end{aligned} \tag{4}$$

Соответственно токи в фазах двигателя:

$$\begin{aligned}
 \dot{I}_A &= \dot{I}_{A1} + \dot{I}_{A2}, \\
 \dot{I}_B &= \dot{I}_{B1} + \dot{I}_{B2}, \\
 \dot{I}_C &= \dot{I}_{C1} + \dot{I}_{C2}.
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

Потери мощности в фазах обмотки статора:

$$\begin{aligned}
 P_A &= I_A^2 R, \\
 P_B &= I_B^2 R_1,
 \end{aligned}
 \tag{6}$$

$$\begin{aligned}
 P_C &= I_C^2 R_1. \\
 \Delta P_{cm} &= R_1 (I_A^2 + I_B^2 + I_C^2).
 \end{aligned}
 \tag{7}$$

Потери мощности в обмотке ротора:

$$\Delta P_p = 3I_2^2 R_2 = 3R_2 (I_{21}^2 + I_{22}^2),
 \tag{8}$$

где  $I_{21}$  и  $I_{22}$  – токи прямой и обратной последовательности в обмотке ротора.

Срок службы изоляции асинхронных двигателей зависит от температуры, превышение температуры каждой обмотки зависит от суммарных потерь мощности. Непосредственная связь срока службы изоляции с потерями мощности в ней и возможность определения этих потерь при ненормальных режимах, делает целесообразным выражение чувствительности защиты через потери [5].

$$K_q = \frac{\Delta P_n}{\Delta P_{cm} - \Delta P_n},
 \tag{9}$$

где  $\Delta P_n$  - потери мощности при номинальном режиме. Для расчетов в относительных единицах примем  $P_n = 1$ , тогда

$$K_q = \frac{1}{\Delta P_{cm} - 1}.
 \tag{10}$$

В несимметричном режиме:

$$\Delta P_{cm^*} = \frac{\Delta P_{cm}}{\Delta P_{cm,n}} = \frac{R_1(I_A^2 + I_B^2 + I_C^2)}{3R_1 I_n^2} = \frac{1}{3}(I_{A^*}^2 + I_{B^*}^2 + I_{C^*}^2). \quad (11)$$

Из формул (10) и (11) следует:

$$\frac{1}{3}(I_{A^*}^2 + I_{B^*}^2 + I_{C^*}^2) = \frac{1}{\Delta P_{cm} - 1} \quad (12)$$

$$(I_{A^*}^2 + I_{B^*}^2 + I_{C^*}^2) = \frac{3}{K_q},$$

Т.е. чем ниже чувствительность, тем большая сумма квадратов токов требуется для срабатывания защиты. Настройка токов срабатывания защит должна производиться из требуемого коэффициента чувствительности по максимально допустимой мощности потерь с учетом коэффициента загрузки машины и допустимых заводом изготовителем перегрузок с целью сохранения работоспособности оборудования.

Рассмотренные выражения позволяют анализировать модель «асинхронный двигатель - комбинированное устройство защиты» для правильной настройки средств защиты электрооборудования.

## Литература

1. Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения. – М.: Высш. шк., 2007.
2. Грундулис А.О. Защита электродвигателей в сельском хозяйстве. – М.: Колос, 1982.
3. ГОСТ 13109-97 «Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения».
4. Зимин Е.Н. Защита асинхронных электродвигателей напряжением до 500 В. - М.: Госэнергоиздат, 1962.
5. Сомов И.Я. Повышение эффективности защиты асинхронных электродвигателей сельскохозяйственных электроустановок от ненормальных и аварийных режимов работы. – Волгоград, 2004.

*Байдакова Е.В. к.т.н., ст. преподаватель  
ФГОУ ВПО «Брянская госсельхозакадемия»*

## **РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАЗМЕЩЕНИЮ МЕЛКОТРУБЧАТЫХ КОЛОДЦЕВ ПО ТЕРРИТОРИИ**

Грунтовые воды характеризуются своеобразным режимом во времени, т.е. изменением запасов, уровня, химсостава, бактериального состава, тесно связанным с климатическими условиями района, физико-химическими процессами, практической деятельностью человека.

Грунтовые воды легко доступны и для практического использования, и для загрязнения. При размещении мелкотрубчатых колодцев на территории необходимо учитывать перечисленные факторы.

Наиболее важными источниками их питания являются атмосферные осадки, просачивающиеся через породы зоны аэрации, особенно интенсивно в отрицательных формах рельефа и поверхностные воды, поглощаемые грунтами.

В речных долинах, оврагах, балках и других отрицательных формах современного рельефа грунтовые воды залегают неглубоко от поверхности. На водораздельных пространствах глубина залегания грунтовых вод достигает 10-12 м при отметках уровня воды существенно превышающих отметки уровней воды в отрицательных формах, рельефа.

На водораздельных площадях размещать колодцы не целесообразно по следующим причинам:

1. Грунтовые воды залегают глубоко.
2. Ввиду небольших водосборных площадей колодцев, водоносный пласт слабо пополняется весной и в дождливые периоды летом.
3. Полевые работы по измерению радиации показали, что на водоразделах наблюдается обычно повышенная радиация. Это закономерность нарушается, если только грунты на водоразделах хорошо проницаемые и обеспечивается высокая вертикальная миграция радионуклидов.

Колодцы следует размещать у подножий склонов в отрицательных формах рельефа, если они не являются замкнутыми накопителями радионуклидов. В понижениях предварительно нужно провести мероприятия по организации поверхностного стока. Из колодцев, расположенных в пониженных местах воду на возвышенные территории населенных пунктов и к водонапорным башням подавать скважинными насосами под соответствующим напором.

При наличии на водосборной площади колодца лесных массивов необходимо иметь ввиду то, что в лесу атмосферные осадки на 10 % задерживаются кроной деревьев, остальная часть инфильтруется в глубь и пополняет водоносный горизонт. Однако, в летний период лес истощает водоносный горизонт, забирая воду на транспирацию. Что касается радиации, отмечено, что лесная постилка хорошо депонирует радионуклиды.

Целесообразно размещать колодцы в прибрежной полосе рек, озер, прудов, где поглощение речных, озерных, прудовых вод оказывает большое влияние на водные ресурсы колодца. В радиационном отношении воды открытых водных объектов по данным полевых обследований довольно благополучны.

Если водосборная площадь колодца находится в селитебной зоне, необходимо учитывать, что на этих территориях хорошо организован поверхностный сток. Это значит, что насыщение водоносного горизонта весенними и дождевыми водами затруднено, однако, в радиационном отношении такие водосборы являются более чистыми, чем незастроенные.

Не следует размещать колодцы на дренированных площадях, если предъявляются повышенные требования к дебиту колодца. Но в радиационном отношении осушенные территории существенно чище неосушенных.

В деревнях обычно устраивают несколько колодцев и, таким образом, можно добиться высокого суммарного дебита (обычно один колодец дает 1-2 м<sup>3</sup>/ч., т.к. столб воды не высок, значит понижения и дебиты не велики). Небольшие размеры водоносных площадей позволяют создавать густую сеть колодцев в населенных пунктах без снижения их дебита.

## Литература

1. Василенков В.Ф. Моделирование процессов стекания грунтовых вод с водосбора и методы расчетов сельскохозяйственного дренажа. Брянск. Издательство БГСХА, 1995, 250 с.
2. Анненков Б.Н., Юдинцева Е.В. Основы сельскохозяйственной радиологии. М.: Агропромиздат, 1991, 287с.
3. Отчет о научно исследовательской работе по федеральной целевой программе «Социальное развитие села до 2010 года» на тему: «Проведение научных исследований по реабилитации водных объектов в сельской местности инженерными средствами в зоне радиоактивного загрязнения». № гос. регистрации 0120.0601161, инв. номер №0220.0600264. Брянск БГСХА, 2005г., 161 с.

УДК 621.316

*Безик В.А., к.т.н., доцент,  
Алексамян И.Э., аспирант  
ФГОУ ВПО «Брянская госсельскохозяйственная академия»*

### **ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ КОМБИНИРОВАННОГО УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ**

Срок службы современных асинхронных электродвигателей не менее *20 тыс. ч.* Это означает, что в сельскохозяйственном производстве, где двигатели в основном имеют наработку *1000...3000 ч.* в год, их срок службы должен длиться *7...20 лет.* Основной причиной преждевременного выхода электродвигателей из строя является отсутствие надёжной защиты от аварийных режимов. Если электродвигатели эксплуатировать при неудовлетворительной защите или вовсе без неё, то их аварийность ежегодно составляет *25%* и более.

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 [3].

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%.

- Аварийность электродвигателей, защищённых, например, комбинированными устройствами защиты, составляет 2%.

- 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

$$Y = Y_1 + Y_2 + Y_3,$$

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

Потери  $Y_2$  можно определить по формуле

$$Y_2 = \frac{ZP_1}{TP},$$

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  $Y_3$  вычисляются по формуле

$$Y_3 = Y_3' + Y_3'' + Y_3''' ,$$

где  $Y_3'$  - потери, которые возникают в результате простоя рабочей силы, руб.;  $Y_3''$  - потери из-за выпуска брака или временного прекращения выпуска продукции вследствие аварии, руб.;  $Y_3'''$  - 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 1,5ч., 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 24 руб., а общий ущерб

$$Y=5500+2000+24=7524 \text{ руб.}$$

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

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

$$\mathcal{E} = (C_6 + E_6 K_6) - (C_n + E_n K_n),$$

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:

$$\begin{aligned} C_6 &= Z_6 + Z_{\text{эб}} = \gamma_6 \varepsilon + Z_{\text{эб}}, \\ C_n &= Z_n + Z_{\text{эн}} = \gamma_n \varepsilon + Z_{\text{эн}} \end{aligned}$$

где  $Z_6$  и  $Z_n$  — ожидаемые удельные затраты от аварии электродвигателей до и после внедрения нового устройства защиты, руб/год;  $Z_{\text{эб}}$  и  $Z_{\text{эн}}$  — 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:

$$\begin{aligned} K_6 &= O_6 + Z_{\text{мб}} + K_{\text{дб}}, \\ K_n &= O_n + Z_{\text{мн}} + K_{\text{дн}}, \end{aligned}$$

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

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

$$\mathcal{E} = \varepsilon (\gamma_{\text{б}} - \gamma_{\text{н}}) + (Z_{\text{эб}} - Z_{\text{эн}}) + E_{\text{н}} [(O_{\text{б}} + Z_{\text{мб}} + K_{\text{дб}}) - (O_{\text{н}} + Z_{\text{мн}} + K_{\text{дн}})],$$

где  $O_{\text{б}}$  – средняя стоимость теплового реле типа ТРН, руб.;  $O_{\text{н}}$  – 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 ( $K_{\text{дб}} \approx K_{\text{дн}}$ ).

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

$$\mathcal{E} = \varepsilon (\gamma_{\text{б}} - \gamma_{\text{н}}) + E_{\text{н}} (O_{\text{б}} - O_{\text{н}}).$$

Подставляя численные значения  $\varepsilon = 7519$  руб.;  $\gamma_{\text{б}} = 0,25$  год<sup>-1</sup>;  $\gamma_{\text{н}} = 0,02$  год<sup>-1</sup>;  $E_{\text{н}} = 0,15$ ;  $O_{\text{б}} \approx 65$  руб. и  $O_{\text{н}} = 400$  руб., получим:

$$\mathcal{E} = 7519(0,25 - 0,02) + 0,15 (65 - 400) = 1679,12 \text{ руб./год.}$$

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

$$\mathcal{E} = 60 \cdot 1679,12 = 100747,2 \text{ руб.}$$

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

## Литература

1. Грундулис А.О. Защита электродвигателей в сельском хозяйстве.- М.: Колос, 1982. – 104с., ил.
2. Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники / ВНИЭСХ. – М.: Минсельхозпрод России, 1998.
3. Методические рекомендации по определению ущерба сельскохозяйственному производству от перерывов в подаче электроэнергии. – М.: ВИЭСХ, 1974.
4. Ерошенко Г.П., Пястолов А.А., Курсовое и дипломное проектирование по эксплуатации электрооборудования. – М.: Агропромиздат, 1988.
5. Хорольский В.Я., Таранов М.А., Петров Д.В. Технико-экономическое обоснование дипломных проектов. – Ростов н/Д: ООО «Терра», 2004. – 168 с.

### УДК 621.315

*Безик Д.А., к.т.н., доцент,  
Малявко А.В., ассистент  
ФГОУ ВПО «Брянская госсельхозакадемия»*

### **ВЛИЯНИЕ ДЛИНЫ МОНТАЖНОГО КАБЕЛЯ НА ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯ НА ЗАЖИМАХ ДВИГАТЕЛЯ**

При эксплуатации электроприводов, когда для связи между выходом преобразователя и статорной обмоткой АД необходимо применять монтажный кабель большой протяженности начинают проявляться нежелательные режимы, связанные с возникновением перенапряжения на зажимах двигателя. Неоспоримые достоинства транзисторных IGBT-инверторов напряжения (АИН) с широтно-импульсным управлением (ШИМ) в регулируемом асинхронном электроприводе сочетаются однако с рядом проблем, одной из которых является проблема «длинного кабеля», соединяющего обмотки двигателя

(АД) с выходом АИН. Выходное напряжение  $U_l$  АИН с ШИМ представляет собой высокочастотную последовательность прямоугольных импульсов различной полярности и длительности с одинаковой амплитудой  $U_d$  (значение постоянного напряжения на входе АИН).

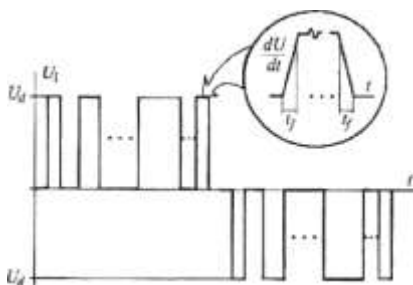


Рисунок 1 – Выходное напряжение АИН с ШИМ

Кругизна фронта  $t_n$  импульсов напряжения определяется скоростью переключения силовых ключей АИН и при использовании различных полупроводниковых приборов составляет:

- однооперационные тиристоры SCR - 4-10 мкс;
- запираемые тиристоры GTO - 2-4 мкс;
- силовые биполярные тиристоры GTR - 0,5-2 мкс;
- транзисторы IGBT - 0,05-0,1 мкс.

Существенно более высокое быстродействие IGBT-транзисторов, являющееся преимуществом для реализации высокочастотной ШИМ и минимизации потерь энергии в АИН и АД, негативно проявляется в протекании переходных процессов в цепи АИН - соединительный кабель - АД на интервалах времени фронта  $t_f$ .

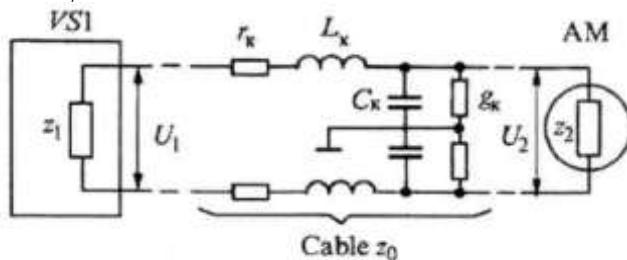


Рисунок 2 – Цепь соединения АИН с АД (эквивалентная схема)

Прохождение импульсного сигнала с крутым фронтом вызывает волновые процессы в кабеле, приводящие к появлению перенапряжений на зажимах двигателя.

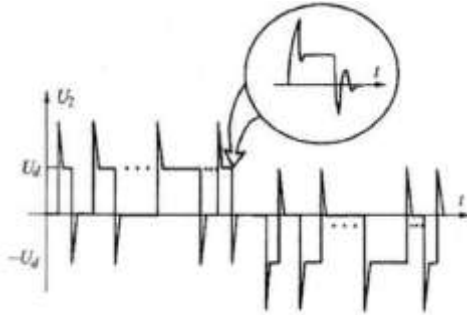


Рисунок 3 – Напряжение на зажимах АД при подключении длинным кабелем

В этом случае согласно теории цепей кабель следует рассматривать как однородную длинную линию с распределенными параметрами. Ввиду относительной малости последовательным активным сопротивлением  $r_K$  и параллельной активной проводимостью  $g_K$  участка линии можно пренебречь. Волновое сопротивление  $z_o$  кабеля при этом определяется последовательной индуктивностью  $L_K$  и параллельной емкостью  $C_K$  участка линии:

$$Z_o = \sqrt{L_K/C_K}$$

Значения параметров  $L_K$  и  $C_K$  зависят от типа, конструкции и сечения кабеля (кабельной линии), но, как свидетельствуют справочные и экспериментальные данные, зависимость эта не значительна. Для широкого ассортимента монтажных проводов и кабелей усредненные значения этих параметров составляют:

$$L_K = 1 \text{ мкГн/м};$$
$$C_K = 50 \text{ пФ/м}.$$

При этом  $z_0 \approx 140 \text{ Ом}$ .

Можно с большой степенью достоверности принять  $z_0 = 100 \dots 200 \text{ Ом}$  для всех применяемых в электроприводах монтажных проводов и кабелей.

Входное сопротивление  $z_1$  кабеля представлено выходным сопротивлением полупроводниковых вентилях и внутренним сопротивлением батареи конденсаторов входного фильтра и является относительно малой величиной, которой также можно пренебречь:

$$z_1 \ll z_0$$

Выходным сопротивлением  $z_2$  кабеля является относительно большое для высокочастотного сигнала входное сопротивление АД, определяемое индуктивностью рассеяния  $L$  его обмоток и эквивалентной частотой  $\omega_f$  фронта импульса напряжения:

$$z_2 = \omega_f L$$

поэтому  $z_1 \ll z_0$

Ориентировочный расчет  $z_2$  для АД на напряжение 0,4 кВ в диапазоне мощностей от 10 до 400 кВт при  $T_f = 0,1 \text{ мкс}$  дает следующие результаты:

для АД мощностью 10 кВт  $z_2 = 30 \text{ кОм}$ ,

для АД мощностью 400 кВт  $z_2 = 800 \text{ Ом}$ .

В связи с вышесказанным, при прохождении крутого фронта импульса напряжения входная часть силового монтажного кабеля электропривода (со стороны АИН) работает в режиме короткого замыкания, выходная часть кабеля (на зажимах АД) - в режиме холостого хода. С учетом значений параметров волновые характеристики монтажных проводов и кабелей приближаются к характеристикам линии без искажений и потерь, скорость волны равна:

$$v_f = 1 / \sqrt{L_k C_k}$$

Она равна примерно половине скорости света в вакууме.

Для приведенных выше параметров  $L_K$  и  $C_K$

$$v_f = 142 \cdot 10^6 \text{ м/с}$$

Этой скорости соответствует длина волны

$$\lambda \approx 2\pi v_f / \omega_f \approx 30 \text{ м}$$

Если это время больше или равно времени фронта  $t_f$  то в конце кабеля из-за его несогласованности с нагрузкой  $z_2 \gg z_0$  возникает отраженная волна напряжения  $n_2 U_1$ , которая суммируется с падающей (прямой) волной напряжения  $U_1$  образуя стоячие волны.

В результате на зажимах АД образуется напряжение

$$U_2 = U_1(1 + n_2)$$

где  $0 < n_2 < 1$  - коэффициент отражения.

$$n_{2max} = \frac{z_2 - z_0}{z_2 + z_0} \approx 1$$

Максимальное значение и напряжение на зажимах АД удваивается. Возвращаясь к началу кабеля, отраженная волна гасится малым входным сопротивлением  $z_1 \ll z_0$ . Поэтому напряжение  $U_1$  на зажимах АИН не изменяется. При  $T_f < t_f$  коэффициент отражения  $n_2$  рассчитывается по формуле:

$$n_2 = n_{2max} T_f / t_f$$

Таким образом, от длины волны зависит критическая длина  $l_{KP}$  кабеля.

Кабель, длина которого соизмерима с длиной волны, считается «длинным кабелем».

Критической считается длина кабеля, равная половине длины волны:  $l_{KP}/2$ , при которой к обмоткам АД прикладываются

ся импульсы напряжения, близкие к двойному напряжению  $U$ .

В электроприводах класса напряжения 0,4 кВ перенапряжение может достигать 1000 В. С учетом характеристик используемых IGBT в зависимости от мощности электропривода, типа электродвигателя и кабеля  $l_{KP}$  может составлять от 7 до 20 м.

Высокочастотные импульсные перенапряжения в сочетании с высокой крутизной фронта импульсов напряжения могут приводить к интенсивному старению и снижению срока службы изоляции обмоток двигателя.

Для ограничения волновых перенапряжений на зажимах АД используются специальные фильтры, включаемые в выходные цепи инвертора:

1) последовательный силовой синусный LC-фильтр для преобразования

прямоугольно-импульсного напряжения инвертора в синусоидальное напряжение на зажимах двигателя;

2) последовательный силовой LRC-фильтр  $dU/dt$  для уменьшения крутизны фронта импульсов выходного напряжения инвертора;

3) параллельный (слаботочный) RC-фильтр ограничения перенапряжений непосредственно у зажимов двигателя (обеспечивает согласование волнового сопротивления кабеля).

4) использование ферритовых колец. Одно ферритовое кольцо может быть использовано для каждой выходной фазы или для всех фаз вместе. В первом случае уменьшаются симметричные гармоники, но есть вероятность, что ферритовые кольца перенасытятся и потеряют свою функциональную способность. В случае, когда одно ферритовое кольцо на все три фазы, перенасыщение не грозит, поскольку сумма токов равна 0, и феррит может быть загружен только несимметричными гармониками. Лучшее решение, это комбинация этих двух вариантов.

## Литература

1. В.И. Бабакин «Курс лекций по дисциплине: «Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов» Изд.: Уфа, 2007.

2. И.Я. Браславский и др. «Энергосберегающий асин-



хронный электропривод» Москва, АСАДЕМА 2004.  
УДК 693.3:539.1.08

*Будаговский С.С. к. ф.-м. н. доцент,  
Шевченко Л. М. к.т.н. доцент  
ФГОУ ВПО «Брянская госсельхозакадемия»*

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ЭМАНИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПО РАДОНУ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГАММА-СПЕКТРОМЕТРА**

Естественные радионуклиды, присутствуя в ограждающих конструкциях помещения, вызывают облучение людей. Внешнее облучение происходит за счет гамма-излучения радионуклидов, внутреннее обусловлено присутствием в воздухе помещений радиоактивного инертного газа радона-222, который является членом радиоактивного семейства урана-238. Вклад внутреннею облучения, вызванного родоном-222 и дочерними продуктами его распада, в эквивалентную дозу, получаемую человеком от природных радиоактивных источников, составляет 52% (в районах с нормальным радиационным фоном) [1]. Поэтому проблема снижения объемной активности радона в воздухе помещений является актуальной.

Выделение радона из строительной конструкции в атмосферу (эксхалиция) происходит в результате его эмалирования из кристаллической решетки материала в поры и последующей диффузии по порам и микротрещинам. Количественной характеристикой процесса эмалирования является коэффициент эмалирования материала по радону ( $K_{эм}$ ). На основании данных о удельной активности радия-226,  $K_{эм}$  и длине диффузии радона в материале ограждающей конструкции можно оценить скорости эксхалиции радона с ее поверхности. Коэффициент эмалирования зависит от состава и структуры материала и, следовательно, от технологии производства конструкции. Время определения  $K_{эм}$  по существующей методике составляет около 20 дней [2]. Такая длительность анализа затрудняет контроль  $K_{эм}$  строительных материалов в процессе их массового производства. В связи с этим разработана методика, позволяющая определять  $K_{эм}$  материала по радону одно-

временно с контролем его радионуклидного состава и удельной активности.

При оценке радиационного качества строительных материалов учитывают удельные активности  $^{40}\text{K}$ ,  $^{232}\text{Th}$  с дочерними продуктами распада и дионуклиды радиевой группы ( $^{226}\text{Ra}$ ) семейства  $^{238}\text{U}$  [2]. Поскольку постоянная распада  $^{226}\text{Ra}$  меньше постоянной распада любого из его дочерних радионуклидов [3], в группе возможно установление радиоактивного равновесия, при котором

$$A_{\text{Rn}}^p = A_{\text{Pb}}^p = A_{\text{Bi}}^p = A_{\text{Ra}} \quad (1)$$

где  $A_{\text{Rn}}^p$ ,  $A_{\text{Pb}}^p$ ,  $A_{\text{Bi}}^p$ ,  $A_{\text{Ra}}$  - активности Rn, Pb, Bi, Ra в состоянии равновесия;  $A_{\text{Rn}}$  - активность  $^{226}\text{Ra}$ . В последовательности радионуклидов  $^{226}\text{Ra} \rightarrow ^{214}\text{Bi}$  время установления равновесия определяется дочерним радионуклидом с наименьшей постоянной распада, т. е.  $^{222}\text{Rn}$ .

Изменение активности  $^{222}\text{Rn}$  со временем описывается формулой:

$$A_{\text{Rn}} = - \frac{A_{\text{Ra}} \cdot \lambda_{\text{Rn}}}{(\lambda_{\text{Rn}} - \lambda_{\text{Ra}})} \cdot (1 - \exp[-(\lambda_{\text{Rn}} - \lambda_{\text{Ra}}) \cdot t]) \quad (2)$$

где  $A_{\text{Ra}}$ ,  $A_{\text{Rn}}$  - активности  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{222}\text{Rn}$ ,  $\lambda_{\text{Ra}}$ ,  $\lambda_{\text{Rn}}$  - постоянные их распада.

Расчет формуле (2) показывает, что через 15 дней активность  $^{222}\text{Rn}$  составляет 0,934 от равновесного значения, а через -30 дней 0,996. Подобные зависимости для  $^{214}\text{Pb}$  и  $^{214}\text{Bi}$  повторяют ход зависимости для  $^{222}\text{Rn}$ . Так как указанное время установления равновесия пренебрежимо мало по сравнению с длительностью геологических периодов, активности  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{222}\text{Rn}$ ,  $^{214}\text{Pb}$  и  $^{214}\text{Bi}$  в неорганических материалах должны быть одинаковыми. Это, как правило, не соответствует действительности в следствии эманирования части радона из кристаллической решетки материала в его поры и последующей эксхалации в атмосферу [4].

Коэффициент эманирования материала по радону равен отношению количества радона, выделившегося в поры материа-

ла ( $N_{Rn}^n$ ), к общему количеству радона, находящемуся в состоянии радиоактивного равновесия ( $N_{Rn}^p$ )[5]:

$$K_{эм} = N_{Rn}^n / N_{Rn}^p \quad (3)$$

а количество радона, выделившегося в поры, соответственно:

где  $N_{Rn}^{cb}$  - количество радона, оставшегося в кристаллической решетке.

Таким образом

$$K_{эм} = (N_{Rn}^p - N_{Rn}^{ce}) / N_{Rn}^p \quad (4)$$

Так как произведение количества ядер радионуклида на постоянную его распада равно активности  $N \cdot \lambda = A$ , в формулу (4) можно ввести соответствующие активности:

$$K_{эм} = (A_{Rn}^p - A_{Rn}^{ce}) / A_{Rn}^p \quad (5)$$

Как следует из формулы (4),  $A_{Rn}^p = A_{Ra}$ . С учетом этого выражение (5) принимает вид:

$$K_{эм} = (A_{Ra} - A_{Rn}^{ce}) / A_{Ra} = A_{Rn}^n / A_{Ra} \quad (6)$$

где  $A_{Rn}^n$  - активность  $^{222}Rn$  выделившегося в поры.

Существующий метод измерения  $K_{эм}$  базируется на этом выражении [2]. Вначале гамма-спектрометрическим методом измеряют удельную активность  $^{226}Ra$ . Затем определяют активность  $^{222}Rn$ , выделившегося из этого же раздробленного образца ( $A_{Rn}^n$  в формуле (5)). Для этого раздробленный образец помещается в герметичный стеклянный сосуд. Размеры кусочков образца должны быть значительно меньше длины диффузии радона в материале, т. е. не более 1 см. После накопления равновесного количества радона (примерно через две недели) воздух из этого сосуда переводится в предварительно вакуумированную камеру радонметра для последующего определения активности радона. Погрешность определения активности выделяющегося радона оценивается в 25% [2].

Учитывая, что погрешность определения удельной ак-

тивности  $^{226}\text{Ra}$  составляет примерно 10%, общая погрешность метода не может быть меньше 30%. Существенным недостатком метода является его длительность (примерно 20 дней), которая определяется временем установления радиоактивного равновесия в системе  $^{226}\text{Ra} - ^{222}\text{Rn}$ . С другой стороны, активность радона, покинувшего кристаллическую решетку материала, может быть найдена как разность активностей  $^{226}\text{Ra}$  и  $^{214}\text{Pb}$  или  $^{214}\text{Bi}$ . Это обусловлено тем, что  $^{226}\text{Ra}$ , оставшийся в кристаллической решетке, будет находиться в состоянии радиоактивного равновесия с дочерними продуктами распада. Поэтому формула для коэффициента эманирования (5) может быть записана в виде:

$$K_{эм} = (A_{Ra} - A_{Pb}) / A_{Ra} = 1 - (A_{Pb} / A_{Ra}) \quad (7)$$

Следовательно, коэффициент эманирования материала по радону может быть рассчитан по результатам измерения активности  $^{226}\text{Ra}$  и  $^{214}\text{Pb}$  (или  $^{214}\text{Bi}$ ), если обеспечены условия удаления радона, выделившегося из кристаллической решетки.

Удаление свободного радона достигается измельчением материала до размеров кусков, много меньших длины диффузии радона в материале (0,18-0,26 м) и выдерживанием измельченного материала в виде тонких слоев. Эти операции предусмотрены стандартом для гамма-спектрометрического анализа радионуклидного состава и удельной активности строительных материалов [6].

На принципиальную возможность использования гамма-спектрометрического метода определения коэффициента эманирования указывалось ранее [5], но так как его применение требует использования гамма-спектрометров с высоким энергетическим разрешением и высокой эффективностью регистрации, в литературе отсутствуют сообщения о реализации гамма-спектрометрического метода.

Для измерения гамма-спектров проб строительных материалов и работе использовали одноплатный гамма-спектрометрический комплекс с полупроводниковым детектором объемом  $100 \text{ см}^3$ . Энергетическое разрешение по линии 1,332 МэВ составляло 3,0 кэВ. Программное обеспечение спектрометра позволяет проводить выделение гамма-линий в спек-

тре, идентификацию радионуклидов и расчет их удельной активности. Измерения гамма-спектров проводили в геометрии Маринелли. Объем пробы составлял  $1000 \text{ см}^3$ . Калибровку спектрометра проводили по объемным насыпным эталонным источникам следующих радионуклидов:  $^{40}\text{K}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{152}\text{Eu}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  (с дочерними продуктами распада) и  $^{232}\text{Th}$  (с дочерними продуктами распада). Погрешность аттестации эталонных источников составляла: для  $^{40}\text{K}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{152}\text{Eu}$  – 5%,  $\text{Ra}$  – 7% и  $^{232}\text{Th}$  – 10%. Измерения удельной активности  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{214}\text{Pb}$  и  $^{214}\text{Bi}$  в эталонном источнике показали, что в пределах погрешности измерений их удельные активности совпадают. Это обусловлено тем, что технология изготовления эталонных насыпных источников исключает возможность эксхалиции  $^{222}\text{Rn}$  из них.

Активность  $^{226}\text{Ra}$  может быть определена только по гамма-линии 186,0 кэВ [6]. При этом необходимо учитывать, что в пробах строительных материалов присутствует  $^{235}\text{U}$ . В спектре гамма-излучения этого радионуклида имеется интенсивная линия 185,7 кэВ [3]. При разрешающей способности использованного спектрометра эти линии полностью перекрываются. Поэтому определяемая по линии 186 кэВ активность  $^{226}\text{Ra}$  оказывается завышенной. На основании данных о выходе гамма-квантов совпадающих линий  $^{226}\text{Ra}$  и  $^{235}\text{U}$ , постоянных распада этих радионуклидов, и их удельных содержаний и естественной смеси изотопов был получен поправочный коэффициент ( $R$ ), позволяющий пересчитать определяемую по линии 186 кэВ активность  $^{226}\text{Ra}$  ( $A_{\text{Ra}}^*$ ) в истинную ( $A_{\text{Ra}}$ ):

$$A_{\text{Ra}} = R \cdot A_{\text{Ra}}^* \quad (8)$$

где  $R = (0,5687 \pm 0,0023)$ .

Таким образом, по результатам гамма-спектрометрических измерений коэффициент эманирования материала по радону можно рассчитать по формуле:

$$K_{\text{эм}} = 1 - (A_{\text{Rb}} / R \cdot A_{\text{Ra}}^*) \quad (9)$$

а его доверительный интервал ( $\Delta K_{\text{эм}}$ )

$$\Delta K_{эм} = \frac{A_{Pb}}{R \cdot A_{Ra}^*} \cdot \sqrt{\left(\frac{\Delta R}{R}\right)^2 + \left(\frac{\Delta A_{Pb}}{A_{Pb}}\right)^2 - \left(\frac{\Delta A_{Ra}^*}{A_{Ra}^*}\right)^2} \quad (10)$$

Комбинируя формулы (10) и (9) и обозначив радикал  $\Theta$ , получим выражение для относительной погрешности  $K_{эм}$ :

$$\gamma = \frac{1 - K_{эм}}{K_{эм}} \cdot \Theta \quad (11)$$

И формулы (11) следует, что относительная погрешность коэффициента цианирования возрастает при уменьшении  $K_{эм}$ . В связи с этим были проведены оценки предельных значений коэффициента эманирования ( $K_{эм}^*$ ), для которых относительная погрешность не превышает погрешности существующих методик (0,3):

$$K_{эм}^* = \frac{\Theta}{0,3 + \Theta} \quad (12)$$

Из формулы (12) следует, что предельное значение коэффициента эманирования растет с ростом относительных погрешностей определения активности  $^{226}\text{Ra}$  и  $^{214}\text{Pb}$ . В данной работе относительная погрешность  $A_{Ra}^*$  и  $A_{Pb}$  составляла ~10%. При этих условиях  $K_{эм}^* = 0,32$ . С целью снижения  $K_{эм}^*$  был применен следующий прием. Для калибровки спектрометра использовали эталонный источник, в котором  $^{226}\text{Ra}$  находится в состоянии радиоактивного равновесия с дочерними продуктами распада, поэтому определение активности  $^{226}\text{Ra}$  и  $^{214}\text{Pb}$  может быть произведено по соответствующим линиям этих радионуклидов: 186,0 кэВ для  $^{226}\text{Ra}$  и 351,9 кэВ для

$$A_{Ra}^* = A_{эм} \cdot \frac{I_{Ra}^*}{I_{Ra}} \text{ и } A_{Pb} = A_{эм} \cdot \frac{I_{Pb}}{I_{эм}}$$

где  $A_{эт}$  — активность эталонного источника;

$I_{Ra}^{эТ}$  и  $I_{Ra}^*$  — скорости счета импульсов на линии 186,0 кэВ для эталона и исследуемого образца;

$I_{Pb}^{эТ}$  и  $I_{Pb}$  - скорости счета импульсов на линии 351,9 кэВ для эталона и исследуемого образца.

С использованием этих выражений, обозначив  $I_{Ra}^{эТ}/I_{Pb}^{эТ} = B$ , формулы (9) и (10) принимают вид:

$$K_{эм} = 1 - \frac{B}{R} \cdot \frac{I_{Pb}}{I_{Ra}^{эм}} \quad (13)$$

$$\Delta K_{эм} = \frac{B}{R} \cdot \frac{I_{Pb}}{I_{Ra}^{эм}} \cdot \sqrt{\left(\frac{\Delta B}{B}\right)^2 + \left(\frac{\Delta R}{R}\right)^2 + \left(\frac{\Delta I_{Pb}}{I_{Pb}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta I_{Ra}^*}{I_{Ra}^*}\right)^2} \quad (14)$$

Таким образом, величина  $\Delta K_{эм}$  определяется относительными погрешностями измерений интенсивности гамма-линий и может быть уменьшена за счет увеличения набора спектра. При существующей калибровке спектрометра  $B=(1,913 + 0,092) \cdot 10^{-1}$ . С учетом выражения (14) формула для предельного значения коэффициента эманирования (12) принимает вид:

$$K_{эм}^* = \frac{\Theta'}{0,3 + \Theta'} \quad (15)$$

где  $\Theta'$  - радикал в формуле (14).

По данной методике были определены коэффициенты эманирования по радону тяжелых бетонов марок М 100, М 150, М 200, М 300 и их исходных материалов. Пробы исследуемых материалов отбирали па заводе АО «Крупные панели» (г. Брянск).

Результаты измерений удельной активности естественных радионуклидов и коэффициента эманирования материалов по радону приведены в таблице 1. Из приведенных данных следует, что активности радионуклидов семейства тория-232 в пределах погрешностей намерений совпадают.

Таблица 1 - Результаты контроля радиационных характеристик строительных материалов

Материал	Удельная активность радионуклидов, Бк/кг						$^{40}\text{K}$	$K_{эм}$
	радионуклиды группы $^{226}\text{Ra}$			радионуклиды группы $^{232}\text{Th}$				
	$^{226}\text{Ra}$	$^{214}\text{Pb}$	$^{214}\text{Bi}$	$^{228}\text{Ac}$	$^{212}\text{Pb}$	$^{208}\text{Tl}$		
Песок	14,2± ±1,5	7,6 ± ±0,6	8,2 ± ±1,0	6,0 ± ±0,8	6,1± ±0,7	5,4 ± ±0,7	155± ±12	0,45± ±0,06
Цемент	35,3± ±3,3	33,5± ±2,4	31,8± ±3,6	20,0± ±2,2	16,4± ±1,9	18,3± ±2,2	166 ± ±12	0,02± ±0,08
Щебень	91,0± ±8,0	59,5± ±4,2	66,4± ±7,3	100 ± ±12	97 ± ±11	98 ± ±11	1092± ±76	0,33± ±0,05
Бетон тяжелый M100	33,7± ±3,2	21,9± ±1,6	23,4± ±2,6	22,0± ±2,6	23,2± ±2,6	21,1+ ±2,5	552± + 41	0,33± ±0,07
Бетон тяжелый M150	34,7± ±3,4	23,6± ±1,6	22,9± ±2,6	28,3± ±3,6	25,7± ±2,9	26,3± ±3,0	444± ±30	0,31± ±0,06
Бетон тяжелый M200	39,2± ±4,1	32,7± 2,3	33,6± ±3,9	31,9± ±4,3	29,0± ±3,3	30,3± ±3,8	623± ±49	0,20± ±0,06
Бетон тяжелый M300	29,1± ±2,9	17,4± ±1,3	27,9± ±2,1	24,7± ±2,9	25,6± ±2,9	23,0± ±2,7	573± ±40	0,16± ±0,08

Напротив, активность радия-226 во всех строительных материалах выше активности дочерних продуктов его распада: свинца-214 и висмута-214. Это свидетельствует о нарушении радиоактивного равновесия в результате эманирования радона-222. Коэффициент эманирования и его погрешность рассчитывали по формулам (13) и (14).

Полученные значения коэффициента эманирования строительных материалов по радону находятся в хорошем соответствии с данными, приведенными в литературе [2].



## Литература

1. Козлов В.Ф. Справочник по радиационной безопасности. - М.: Энергоатомиздат, 1991. — 352 с.
2. Крисюк Э.М. Радиационный фон помещений. — М.: Энергоатомиздат, 1989. - 120 с.
3. Схемы распада радионуклидов. Энергия и интенсивность излучения: Публикация 38 МКРЗ в 2 ч, — М.: Энергоатомиздат, 1987. — 120 с.
4. Шашкин В.Л., Пруткнна М.И. Эманирование радиоактивных руд и минералов. — М.: Атомизаат, 1979. - 87 с.,
5. Новиков Г.Ф. Радиометрическая разведка. - Л.: Недра, 1989. - 250 с.

УДК 378.1

*Бычкова Т.В., ст. преподаватель  
ФГОУ ВПО «Брянская госсельхозакадемия»*

### **МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПОЧТЕНИЯМИ**

Рассмотрим случай управления сложной системой, когда объектом управления является образовательная деятельность вуза, состояние которой интересует эксперта-аудитора по качеству и на которую можно целенаправленно воздействовать. Состояние каждого автономного референта  $Y$  изменяется под воздействием внешней среды  $X$  и под влиянием внутренних процессов в системе образовательных учреждений.

Субъект, является источником целей  $Z^*$ , реализация которых, по его мнению, приводит к улучшению управления. Для этого наблюдателю необходимо определить, как следует организовать управление  $U$ . Тогда объект можно представить как преобразователь  $F^0$  состояния  $X$  в состояние  $Y$  [1]:  
 $Y = F^0(X, U)$ . Система управления включает в себя совокуп-

ность алгоритмов обработки информации и средств их реализации, объединенных для достижения интенций  $Z^*$  при заданных ограничениях. Для функционирования устройства управления ему необходимо знать алгоритм управления  $\varphi$  и информацию о текущей ситуации  $I$ , поступающую с датчиков состояния среды и референта. Тогда  $U = \varphi(I, Z^*)$ .

Любая система управления строится на основе знаний об объекте, которые отражают фундаментальные свойства ООП. Множество этих описаний образует модель знаний об образовательной деятельности вуза. Кроме копии знаний об ООП и о среде в системе управления присутствует механизм выбора решений по результатам оценивания.

На этапе формирования целей (рис.1) субъект по итогам оценивания пытается добиться такого состояния среды, которое желательно для потребителя. Будем считать, что субъект, формируя интенции  $Z^*$ , изменяет только границы оценочных диапазонов существенных (релевантных) для управления полезности функционирования целостной СВО переменных.

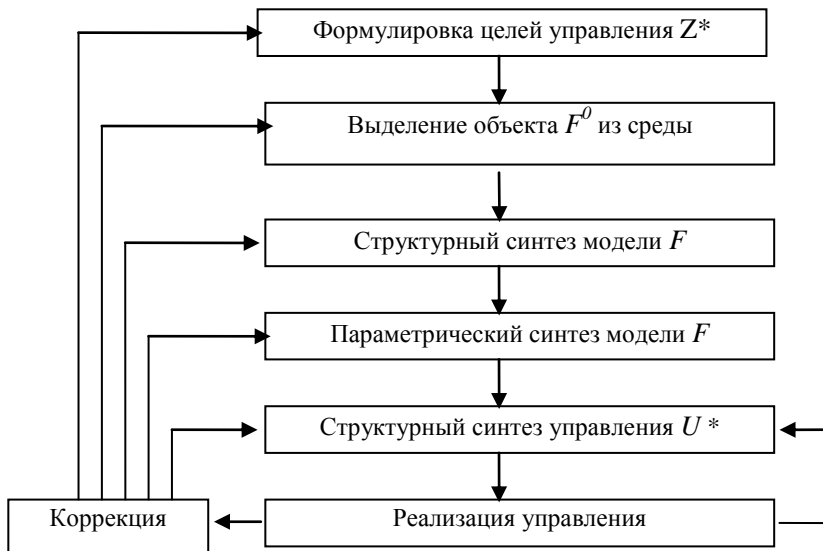


Рисунок 1 - Этапы управления объектом

Процесс выделения объекта из среды завершается экспертным установлением границ каждого объекта  $F^0$ , которые определяют совокупность релевантных факторов. Следующие два этапа реализуют синтез модели объекта  $F$ . Эта копия состоит из структуры модели  $W$  и существенных признаков  $C_n$ :  $F = \langle W, C_n \rangle$ . Синтез управления связан с принятием решения о том, каким должно быть управление  $U$ , чтобы при сложившейся ситуации в вузе и имеющемся ресурсе, достигнуть заданных целей  $Z^*$ . Реализовав управление и убедившись, что требуемые интенции не достигнуты, приходится через канал коррекции вносить необходимые изменения. Более подробно такой метод принятия решения описан в [2].

Если под образовательной деятельностью понимать объективную реальность, под погрешностями – относительную ограниченность познавательных способностей эксперта, а под лицом принимающим решения – познающий субъект, то трудности управления определяются, прежде всего, сложностью рассматриваемых объектов, которую необходимо структурировать с целью упрощения анализа управленческих воздействий по итогам оценивания. Следует понимать, что между целью и объектом существует двусторонняя связь: объект управления полностью определяется целью.

Свою цель координатор формулирует в виде вектора  $Z^* = \{z_1^*, z_2^*, \dots, z_n^*\}$ , где  $z_j^*$  - требования к состоянию среды. Представленные цели-требования должны быть сведены к одной из следующих форм:  $z_i^*$  - приравнять:  $z_i^* = c$ ;  $z_j^*$  - ограничить:  $a_j \leq z_j^* \leq b_j$ ;  $z_i^*$  - улучшить.

Задание множества интенций  $\{Z^*\}$  сводится к установлению граничных значений оценочных диапазонов, внутри которых могут располагаться исходные величины. Для селективной информации эти границы определяются по результатам научных наблюдений. При этом максимальное значение конкретного уровня-интервала (оценочного диапазона) должно соответствовать наибольшей величине данного фактора достигнутого в ОПД вуза или в одном из вузов, а минимальное значение – наименьшей величине этого же симптома среди этих же обра-

зовательных учреждений. В случае семантической информации граничные значения оценочных диапазонов представляются выбранными экспертами шкалами.

При таком замысле к проектированию ограниченных целей-требований значения переменных, полученных наблюдателями в ходе научных наблюдений или экспериментов, будут попадать в принятые координатором границы оценочных диапазонов. Нарушение этих требований должно приводить к появлению управляющих воздействий.

### **Литература**

1. Поташник М.М., Качество образования: проблемы и технологии управления. М.: Педагогическое общество России, 2002.
2. Растригин Л.А. Современные принципы управления сложными объектами. М.: Советское радио, 1980.

УДК 556

*Василенков В.Ф., д.т.н., профессор,  
Кривоускова В.Н., ст. преподаватель,  
Дёмина О.Н., ассистент  
ФГОУ ВПО «Брянская госсельхозакадемия»*

### **К ВОПРОСУ ОБ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ ВОДОСБРОСНЫХ СООРУЖЕНИЙ ПРУДОВ ПРИ СБРОСЕ НАНОСОВ ТОНКИХ ФРАКЦИЙ**

При глухих плотинах для пропуска излишних паводковых вод применяются водосбросы, которые могут быть траншейными, трубчатыми, ковшовыми, шахтными и т.д. Однако, несмотря на то, что перечисленные водосбросы являются пространёнными гидротехническими сооружениями, расчёты по определению оптимальных размеров их конструкции не всегда обеспечивают максимальную экологическую безопасность при-

легающих к ним территорий и рек, куда производится сброс паводковых вод.

Количество воды, поступающей на данные сооружения в период весеннего половодья, определяется главным образом запасами воды в снеге и интенсивностью снеготаяния, дающего наибольший максимальный расход воды. Прохождение максимальных расходов нередко может быть связано как с частичным разрушением гидротехнического сооружения, так и с подтоплением жилых территорий.

Согласно [1,2], при сбросе сточных (и, соответственно, паводковых) вод, содержание взвешенных веществ, в контрольном створе (пункте) не должно увеличиваться по сравнению с естественными условиями более чем на  $0,25 \text{ мг/дм}^3$  для водоёмов питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, а также для водоснабжения пищевых предприятий, и на  $0,75 \text{ мг/дм}^3$  для водных объектов рекреационного водопользования и расположенных в черте населенных мест. Для водных объектов, содержащих в межень более  $30 \text{ мг/дм}^3$  природных взвешенных веществ, допускается увеличение их содержания в воде в пределах 5%. Взвеси со скоростью выпадения более  $0,4 \text{ мм/с}$  для проточных водоемов и более  $0,2 \text{ мм/с}$  для водохранилищ к спуску запрещаются.

Однако, в настоящее время контролю мутности воды, сбрасываемой в период паводка с прудов и водохранилищ, не уделяется должного внимания, что негативно сказывается на состоянии водных объектов, куда сбрасываются данные воды, в частности, приводя к их загрязнению.

Поэтому актуальной задачей на данный момент является вопрос оптимизации работы водосбросных сооружений, а именно: определение оптимального режима сброса паводковых вод, который обеспечит максимальную экологическую безопасность прилегающих экосистем.

Рядом исследователей установлена взаимосвязь уровня воды на кромке водосброса и мутности сбрасываемой воды в течение суток (см. рис 1).

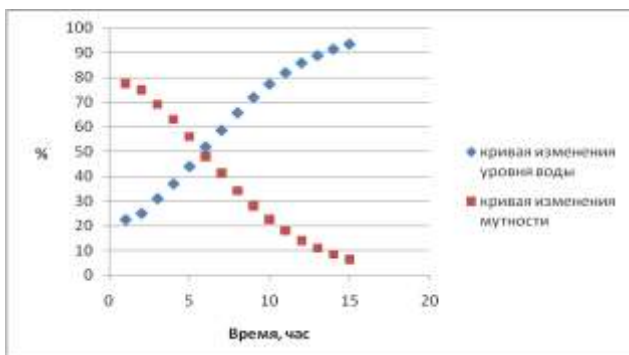


Рисунок 1 - График изменения уровня воды и её мутности в течение первой половины дня половодья (в %)

Однако, загрязнение сбрасываемой воды обеспечивается в основном тонкой фракцией наносов, имеющих небольшой вес, но большую поверхность и адсорбирующих на ней токсичные вещества и радионуклиды.

В работе [3] проведены результаты изучения скорости осаждения взвешенных частиц и распределения удельной радиоактивности мутной воды по глубине в зависимости от времени отстаивания. Как следует из рис.2, взятого из монографии Василенкова С.В. [3] в результате отстаивания радиоактивности мутной воды увеличивается с глубиной не зависимо от времени отстаивания, но от цикла к циклу удельная концентрация загрязнений по глубине выравнивается.

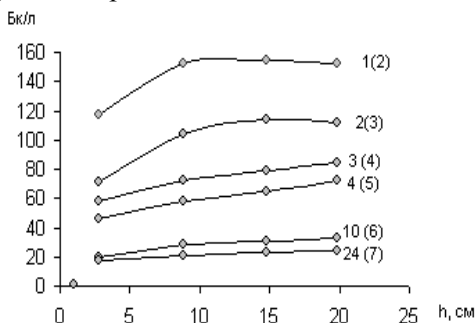


Рисунок 2 - Распределение объемной активности мутной воды по глубине в зависимости от времени отстаивания  
1-часы отстоя, (2) - номер цикла

Опыты показали, что уже за 1-ый час отстаивания вода на 65-90% освобождается от радиоактивного загрязнения. Но и после 10 суток отстаивания в воде может оставаться до 50-100 Бк/л объемной активности цезия, хотя при этом достигнут высокий эффект осаждения – 96%. [3]

Допустимое содержание  $^{137}\text{Cs}$  в воде рыбохозяйственных водоемов характеризуется величиной 11 Бк/л.

В целях задержания излишней мутности в пруду в период паводка можно предложить изменить ширину водосливного фронта водосбросного сооружения, а для регулирования расхода сбрасываемой воды – корректировки его конструкции. Вообще нужно стремиться пропускать паводок при минимальном сбросном расходе, чтобы не перегружать водосброс, рассчитывая режим его работы с учётом возможного роста уровня воды над кромкой водосброса (см. рис. 3).

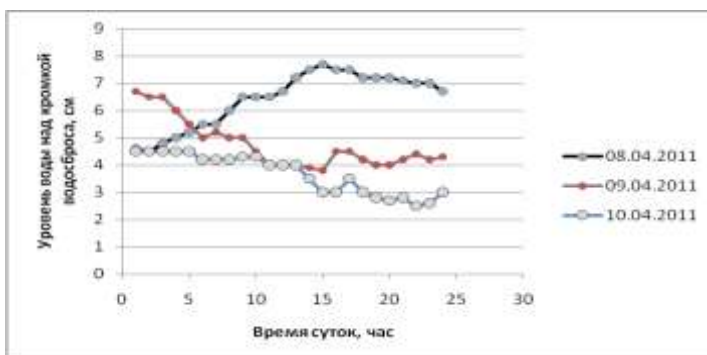


Рисунок 3 - Кривые изменения уровня воды над кромкой водосброса в течение суток на пруду с. Кокино Выгоничского района

Как следует из рисунка 3 можно выделить на графиках подъёма уровня воды над кромкой водослива несколько участков (см. рис.3), нанесём их схематично на рисунок 4.

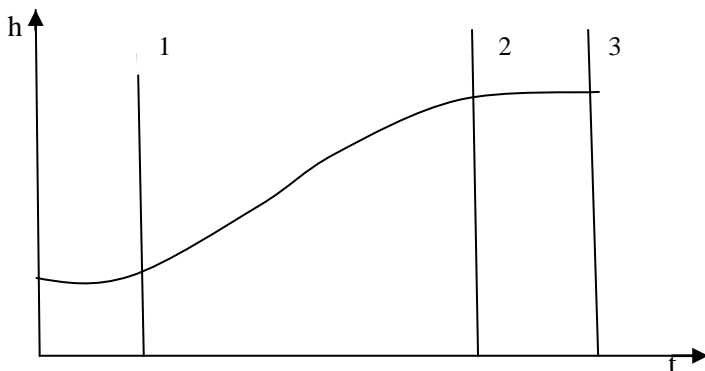


Рисунок 4 - Схематизация нарастания уровня воды в пруду над кромкой водослива во времени

Получилась S-образная кривая нарастания уровня воды в пруду над кромкой водослива во времени (см. рис.4). Создав конструкцию оголовка водосливного сооружения, способного регулировать накопления слоя трансформации паводка, можно создавать максимальный объём (линия 3) воды в нём для снижения сбросного расхода, проектируя режим водосброса в каждый день паводка.

Очевидно, что период от 2 до 3, когда уровень в пруду почти не поднимается не желателен, т.к. может не хватить времени для суточного спада и тогда призма трансформации последующего дня наложится на предыдущий и произойдет чрезмерный подъем уровней. Поэтому, когда подъем достигает точки 2, нужно расширить периметр слива шахты, снизить величину трансформации паводка и увеличить сбросной расход. Вообще, нужно стремиться пропускать паводок при  $\min$  сбросном расходе и  $\max$  объеме сливной призмы, чтобы не перегружать водосброс.

Однако, существует ограничение на мутность. При большом слое перелива через шахту в сброс будет поступать много взвешенных наносов из нижней области переливаемого слоя. Поэтому в дни с высокой мутностью воды, можно расширить периметр шахты и во время периода подъема 1-2.

В первые дни паводка, когда вода поступает с малой мутностью (с малой опасностью загрязнения) и малым расходом, можно создавать максимальный объем сливной призмы для



снижения сбросного расхода с помощью сужения периметра шахты вставляя шандоры внутрь шахты.

### **Литература**

1. СанПиН 2.1.5.980-00. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. - М, 2000.
2. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Гигиенические нормативы.
3. Василенков С.В. Водохозяйственные реабилитационные мероприятия на радиоактивно загрязненных территориях. – М.: Изд. МГУП. 2010-289с.

УДК 556

*Василенков В.Ф., д.т.н., профессор,  
Кривоускова, В.Н., ст. преподаватель,  
Дёмина О.Н., ассистент  
ФГОУ ВПО «Брянская госсельхозакадемия»*

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБРАЗОВАНИЯ И СРАБОТКИ ПРИЗМЫ ТРАНСФОРМАЦИИ ПАВОДКА**

Сброс воды из пруда в период паводка является ответственным мероприятием, и выбор оптимального режима работы водосброса можно осуществить только кинетической моделью изменения уровней воды на кромке водосбросного сооружения. Для этого нарисуем схему образования призмы трансформации паводка (см. рисунок 1).

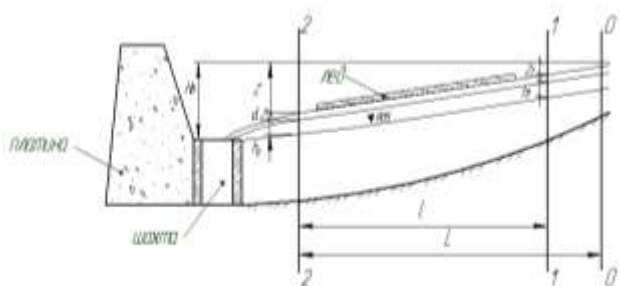


Рисунок 1 - Схематизация сработки призмы трансформации паводка

В пруд входит поток с удельным расходом  $q_1$ . Из пруда выходит поток с удельным расходом  $q_2$ . Разница расходов формирует объём накопления или истощения призмы трансформации за время  $dt$ :

$$\varphi \cdot l \frac{dZ}{dt} = q_1 - q_2,$$

где  $Z_1$  и  $Z$  — перепад уровней воды в истоке пруда и шахты, отсчитываемый от горизонтальной оси 0-0 (линии, к которой бесконечно приближаются кривые свободной поверхности воды в разные моменты времени);

$L$  — расстояние от выходного сечения 2-2 до кинетической точки пересечения кривых свободной поверхности воды;

$h$  — толщина призмы трансформации паводка вблизи водосбросного сооружения.

На схеме форма кривых свободной поверхности воды приближается к S-образным кривым. Во время подъёма уровня воды в пруду ледяное поле поднимается, образуя свободные от воды пространства возле водосбросного сооружения и верховьях пруда.

Скорость движения воды в пруду незначительна. Пруд находится во время паводка подо льдом, турбулизации воды ветром не происходит, вода не прогревается, значит, высока её

вязкость. Всё это позволяет предположить, что движение воды является ламинарным и скорость потока воды пропорциональна уклону в первой степени:

$$\varphi \cdot \ell \frac{dZ}{dt} = k_1 \cdot h_1 \frac{Z_1}{L - \ell_{z_1}} - k_2 \cdot h_2 \frac{Z}{L}$$

Перепад напора во входном сечении 1-1 находим так же как  $dZ$  из пропорции, считая, что поверхность воды на продольном профиле пруда – прямая линия.

$$\frac{Z_1}{Z} = \frac{L - \ell}{L};$$

Так как, уклон уровня воды принят постоянным, можно записать

$$\varphi \cdot \ell \frac{dZ}{dt} = k_1 \cdot h_1 \frac{Z}{L} - k_2 \cdot h_2 \frac{Z}{L}.$$

Осаждаясь в створе выклинивания подпора наносы повышают отметку дна русла и кривой свободной поверхности воды. Слой заилиения и кривая подпора постепенно распространяются вверх по течению от первоначального входного створа 1-1, но начальная глубина воды  $h_H$  остаётся постоянной, т.е  $h_1 = h_n = \text{const}$

В уравнение баланса введём обобщённые параметры:  $N = \frac{h_H \cdot k_1}{\varphi \cdot \ell \cdot L}$ ;  $\mu_1 = \frac{k_2}{\varphi \cdot \ell \cdot L} \frac{1}{\text{сут} \cdot \text{м}}$ .

$$\frac{dZ}{dt} = N \cdot Z - \mu_1 \cdot h_2 \cdot Z \quad (1)$$

Поскольку  $h_2 = H_B - Z$ , уравнение (1) примет вид:

$$\frac{dZ}{dt} = N \cdot Z - \mu_1 (H_B - Z)Z \quad (2)$$

Интегрируя уравнение (2) при начальных значениях  $t_H=0$ ,  $Z_H=Z_0$  приводит к аналитическому выражению S-образных кривых изменения слоя трансформации паводка во времени:

$$Z = \frac{Z_{cm}}{1 + \frac{Z_{cm} - Z_0}{Z_0} e^{(\mu_1 H_B - N)t}},$$

где  $Z_{ст}$  - стационарный перепад напора в рассматриваемом створе при равенстве расходов притока и сброса воды, м;  
 $Z_0$ -параметр, характеризующий перепад напора в начальный момент времени на пике паводка, м;

$\mu_1 H_B - N$  - комплексный параметр, характеризующий максимальную удельную скорость изменения уровней, 1/сут.

Для того, чтобы предсказать изменение уровней воды по кинетической модели в любой момент времени нужно знать описанные выше параметры:  $Z_{ст}$ ,  $Z_0$ ,  $\mu_1 H_B - N$ .

Для нахождения этих параметров необходимо экспериментально полученные значения изменения уровней воды за некоторый интервал времени на нести на график с ординатой

$$\Psi = \frac{Z_{t+\Delta t} - Z_t}{Z_{t+\Delta t}}$$

и абсциссой  $Z_t$ . Для нахождения  $Z_0$ , а

значит и положение оси отсчёта 0-0 нужно задаться сначала минимальным значением  $Z_0$ , а затем, постепенно увеличивая его методом последовательных приближений, добиться на графике

линейной зависимости  $\Psi = \frac{Z_{t+\Delta t} - Z_t}{Z_{t+\Delta t}}$  от  $Z_t$ .

Полученную на графике прямую линию продолжают до пересечения с осями абсцисс и ординат. На оси ординат получается отрезок, численно равный  $\Psi_m = 1 - e^{(\mu_1 H_B - N)\Delta t}$ , а на оси абсцисс отрезок  $Z_{ст}$ , зная временной интервал  $\Delta t$  находим

$$\mu_1 H_B - N = \frac{\ln(1 - \Psi_1)}{\Delta t}$$

Кафедрой природообустройства и водопользования в апреле 2011 года были получены данные по изменению уровней воды на кромке водослива пруда с. Кокино Выгоничского района (см. таблицу 1).

Таблица 1

Расчётные данные по пруду с.Кокино за 8.04.11

сы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
H, см	4,6	4,5	4,8	5,0	5,2	5,5	5,5	6	6,5	6,5	6,5	6,7	7,2	7,5	7,7

По данным таблицы 1 строим график изменению уровней воды (см. рис. 2), находим параметры модели, используя методику, описанную выше:

$$Z_{ст} = 8,3 \text{ см}, Z_0 = 4,1 \text{ см}, \mu_1 H_B - N = 0,144 \text{ 1/ч. .}$$

Для сравнения на график с экспериментальными данными наносим рассчитанные (см. рис. 2). Согласие результатов расчёта и эксперимента обосновывает возможность применения полученной кинетической модели для прогнозов изменения уровней воды на кромке водосливного сооружения.

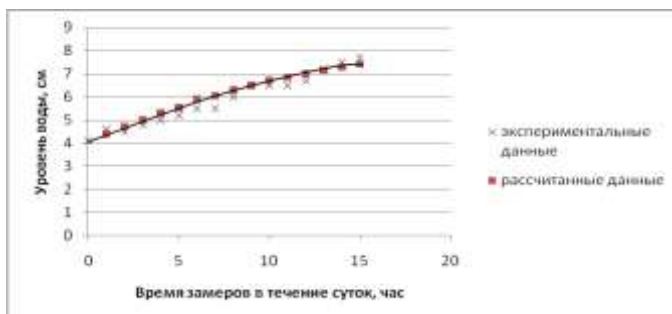


Рисунок 2 - График сравнения экспериментальных и рассчитанных данных

Согласие результатов расчёта и эксперимента обосновывает возможность применения полученной кинетической модели для прогнозов изменения уровней воды на кромке водосливного сооружения.

### Литература

1. СанПиН 2.1.5.980-00. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. - М, 2000.
2. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Гигиенические нормативы.
3. Василенков С.В. Водохозяйственные реабилитационные мероприятия на радиоактивно загрязненных территориях. – М.: Изд. МГУП. 2010-289с.

УДК 556.114.679; 502; 574

*Василенков В.Ф., д.т.н. профессор,  
Василенков С.В., к.т.н, доцент  
ФГОУ ВПО «Брянская госсельхозакадемия»*

### **ВЫМЫВ ЦЕЗИЯ ИЗ ПОЧВЫ ПРОМЫВНЫМИ ПОЛИВАМИ НА СКЛОНАХ**

В статье рассмотрены особенности передвижения влаги и радионуклидов в почвенно-грунтовой толще, разделенной относительными водоупорами на отдельные слои с разной водопроницаемостью. В расчетах промывных поливов предлагается не расчленять, вымыв радионуклидов на вертикальную и горизонтальную составляющие, т.к. необходимые для расчета комплексные параметры, определяемые по экспериментальным данным, характеризуют суммарное воздействие горизонтального и вертикального потока влаги.

Ключевые слова: вымыв цезия, поливы, радионуклиды, водоупор, поток влаги, склоны.

Многочисленные экспериментальные данные свидетельствуют, что на склонах вымыв цезия идет интенсивнее, чем на малоуклонных приводораздельных участках. Почвенный слой, в котором сосредоточено основное количество корней растений, в том числе и перегнивших, где множество ходов дождевых червей, землероев, более разрыхлен, чем ниже лежащие грунты. Эти более плотные грунты могут быть относительным водоупором, часто повторяющим профиль дневной поверхности водосборов.

Одним из препятствий инфильтрации воды может служить иллювиальный горизонт. Ниже его еще более медленное стекание грунтовых вод формируется на границе выветривания. Накапливающиеся на этих относительных водоупорах дождевые и поливные воды стекают в горизонтальном направлении и в уменьшенном количестве сквозь водоупорные слои.

### **Методика, результаты и обсуждение**

Определение глубины залегания водоупора по литологическому разрезу почво-грунтов сопряжено со значительными трудностями, особенно в случаях, когда водоупорный и водоносный пласты сложены одной и той же породой, различающейся по водопроницаемости отдельных слоев. Изыскание других, более объективных способов установления глубины до водоупора предприняты В.В. Романовым [1], И.Б. Вольфцуном [2], В.Ф. Василенковым [3]. Ими разработаны расчетные методы, в основу которых положены данные наблюдений за уровнями грунтовых вод в смотровых скважинах.

Внутрипочвенные воды, стекая по уклону водоупора и уходя из осушаемого слоя почвы оставляют после себя влажность, соответствующую ППВ. Значит, инфильтрующиеся осадки должны восстановить эту влажность до той величины, при которой происходит инфильтрация осадков данной интенсивности. Поскольку слой осушаемого почвы в результате ухода внутрипочвенных вод меняется во времени и по длине склона, то даже при постоянной интенсивности инфильтрата, на пополнение внутрипочвенных вод будет расходоваться не одинаковая

во времени и по длине склона часть инфильтрата, другая часть уйдет на восстановление влажности осушаемого слоя грунта.

Эта особенность процесса отражена при моделировании стекания грунтовых вод с водосбора в работе [3].

$$\frac{dz}{d\ell} = \frac{\mu_1 H_{BB}^L}{Z_\infty} (Z_\infty - Z)Z - DZ + \dot{E}Z \quad (1)$$

где первое слагаемое в правой части уравнения характеризует стекание воды по водоупору в горизонтальном направлении, второе слагаемое – поступление инфильтрующихся в почву дождевых и поливных вод, третье – испарение влаги из почвы.

В работе [4] приведено дифференциальное уравнение переноса радионуклидов по территории, обусловленное стеканием внутрисочвенных вод по водоупору.

$$\frac{dz}{d\ell} = \frac{\mu_1 H_{BB}^L}{Z_\infty} (Z_\infty - Z)Z \quad (2)$$

где  $\mu_1 = \frac{\beta K_p}{L \cdot \ell \cdot \varphi K_c} \frac{1}{\text{мБк} / \text{м}^3}$  - константа интенсивности

снижения концентрации радионуклидов в почве вдоль склона по линиям тока воды;

$Z$  – величина снижения концентрации радионуклидов под действием склонового фильтрационного потока воды, Бк / м<sup>3</sup>;

$Z_\infty$  – равновесная концентрация вымытых потоком воды радионуклидов, Бк / м<sup>3</sup>;

$H_{BB}$  – наивысшая концентрация радионуклидов на водосборе, Бк / м<sup>3</sup>;

Уравнение (2) похоже по написанию на уравнение (1), но интерпретация буквенных обозначений другая.

Целесообразно предположить, что для учета выноса радионуклидов с инфильтрующимся потоком влаги и с испарением уравнение (2) необходимо дополнить членами  $DZ$  и  $\dot{E}Z$ :



$$\frac{dz}{d\ell} = \frac{\mu_1 H^L_{BB}}{Z_\infty} (Z_\infty - Z)Z - DZ + IZ \quad (3)$$

где  $D$  – коэффициент интенсивности выноса радионуклидов с инфильтрующимся потоком влаги,  $1/\text{м}$ ;

$I$  – коэффициент интенсивности выноса радионуклидов с эвапотранспирационным потоком влаги  $1/\text{м}$ .

Интенсивность выноса радионуклидов инфильтрующей водой « $DZ$ » аналогична конвективному члену  $V \frac{dn}{dx}$  в дифференциальном уравнении С.Ф. Аверьянова, характеризующему перенос солей вертикальным потоком грунтовых вод.

Конвективному члену  $V \frac{dn}{dx}$  соответствует в наших обо-

значениях выражение  $V \frac{Z}{L}$  и, т.к.  $D = \frac{V}{L}$ , то вместо конвективного члена получаем  $DZ$  с учетом того, что в уравнении (3) осуществлен переход от временной координаты к пространственной.

Решение уравнения (3) имеет вид:

$$Z = \frac{Z_{\text{ст}}}{1 + \frac{Z_{\text{ст}} - Z_0}{Z_0} e^{-(\mu_1 H^L_{BB} - D + N)\ell}} \quad (4)$$

где  $Z_{\text{ст}} = \frac{(\mu_1 H^L_{BB} - D + N) \cdot Z_\infty}{\mu_1 H^L_{BB}}$  – стационарная величина

снятой концентрации радионуклидов при непрерывном поступлении инфильтрата и испарения,  $\text{Бк}/\text{м}^3$ .

Если определять экспериментальные данные в координатах

$$\varphi = \frac{Z_{\ell+\Delta\ell} - Z_\ell}{Z_{\ell+\Delta\ell}}$$

отрезок.

$$\varphi_M = 1 - e^{-(\mu_1 H^L_{BB} - D + N)\Delta\ell}$$

а на оси абсцисс  $Z_{ст}$ .

Полученные значения используются в расчетах по уравнению (4). Величина  $Z_0$  – это начальное значение снятой концентрации, при котором произойдет спрямление экспериментальных данных на графике  $\varphi = f(Z_0)$ . Методика определения параметров уравнения описана в работах [3] и [4].

Для временных кривых, характеризующих снижение концентрации во времени в любой точке склона уравнение имеет вид:

$$Z = \frac{Z_{ст}}{1 + \frac{Z_{ст} - Z_0}{Z_0} e^{-(\mu_1 H^T_{BB} - D + N)t}} \quad (5)$$

Чтобы выявить роль промывных поливов в производственных условиях на склоновых землях, где существует и внутрипочвенный сток в горизонтальном направлении, необходимо проводить во время предпроектных изысканий опытные промывки в полевых условиях с разными поливными нормами, результаты которых использовать при проектировании. Поскольку процессы вымыва в вертикальном и горизонтальном направлении идут одновременно, нет необходимости их расчленять в расчетах. Экспериментальные данные полевых промывок позволяют определять комплексные параметры  $\mu_1 H_{BB} - D + N$ ;  $Z_{ст}$ , характеризующих совместное воздействие промывок в вертикальном и горизонтальном направлении.

### Заключение

Сотни экспериментальных кривых снижения концентрации радионуклидов по линиям тока воды на склонах, обусловленное вертикальным и горизонтальным стеканием дождевых и талых вод в почвенном слое, показали хорошее совпадение с теоретическими кривыми, что позволяет рекомендовать полу-

ченые математические модели для использования в расчетах при проектировании оросительных систем и назначении эксплуатационных промывных норм.

### **Литература**

1. Романов В.В. Некоторые приемы анализа режима грунтовых вод. // Труды ГГИ–Л.: 1969. - вып.165, - с. 18-22.
2. Вольфцун И.Б. Расчеты элементов баланса грунтовых вод. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 272с.
3. Василенков В.Ф. Моделирование процессов стекания грунтовых вод с водосбора и методы расчетов сельскохозяйственного дренажа. Брянск: изд. Брянской ГСХА, 1995. – 250с.
4. Василенков В.Ф., Василенков С.В., Козлов Д.В. Водохозяйственная радиология. – М.: изд. МГУП, 2009. – 413с.

УДК 378:002

*Везубова Н.А., к.э.н. доцент  
ФГОУ ВПО «Брянская госсельхозакадемия»*

### **ИЗУЧЕНИЕ САПР – ПЕРВАЯ СТУПЕНЬ ПОДГОТОВКИ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОГО СПЕЦИАЛИСТА**

Современное машиностроительное предприятие невозможно представить без комплексной системы автоматизированного проектирования (САПР) и автоматизированной системы технологической подготовки производства (АСТПП). Внедрение САПР/АСТПП не столько веяние времени и имиджевая политика предприятия, сколько суровая необходимость современной экономики.

Современный рынок САПР/АСТПП предлагает широчайший спектр интегрированных и изолированных программных продуктов, рассчитанных на решение глобальных или локальных задач; ориентированных на финансовые возможности покупателя.

При выборе конфигурации программно-технического комплекса для предприятия в целом и для каждого подразделения в отдельности решающую роль играют следующие основные факторы:

- функциональная достаточность программного продукта;
- совместимость с уже используемым инструментарием и системой управления техническими данными;
- качество поддержки и сопровождения со стороны поставщика;
- стоимость;
- удобство использования.

Организационное, кадровое и финансовое состояние большинства отечественных промышленных предприятий объективно подсказывает выбор в пользу систем так называемого Среднего Уровня, к которым относятся продукты, созданные на основе широко известных графических редакторов: AutoCAD, SolidWorks и КОМПАС.

В Высших учебных заведениях тоже стоит проблема рационального выбора базовой САПР, наиболее полно отвечающей специфике подготовки инженера конкретной специальности.

Современная подготовка инженера любой специальности невозможна без использования компьютерных программ. В первую очередь это касается графической подготовки студентов. Стало очевидным, что введение в процесс обучения студентов компьютерной графики в значительной мере повышает уровень подготовки инженеров. Повышение уровня инженерной подготовки выражается в качественном улучшении содержания и оформления конструкторских документов: расчетно-графических работ, курсовых и дипломных проектов. При этом необходимо отметить такой немаловажный фактор как сокращение времени на подготовку и оформление любых графических материалов.

В Брянской государственной сельскохозяйственной академии вот уже несколько лет ведется успешная подготовка студентов технических специальностей с применением САПР AutoCAD и КОМПАС.

С вводом в учебный план дисциплин «Компьютерная графика» и «САПР» встал вопрос о приобретении недорогой,

удобной в изучении и максимально приближенной к отечественным стандартам графической системы. Выбор был остановлен на КОМПАС-3D. Эта система обладает хорошо организованным пользовательским интерфейсом, легка в освоении, полностью поддерживает Российские стандарты, не требовательна к аппаратному обеспечению.

КОМПАС конвертирует чертежи из широко распространенной системы AutoCAD. Не мало важную роль сыграла стоимость продукта и близость представительства фирмы АСКОН. В пакете КОМПАС-ГРАФИК есть специальные упражнения, позволяющие наиболее полно показать возможности системы, и быстрее научиться работе в ней. Большой объем этих упражнений позволяет существенно расширить кругозор студентов, показать правила оформления конструкторской документации, научить наиболее эффективным приемам работы с программой. В курсе «Компьютерная графика» используются как «стандартные» упражнения АО АСКОН, так и специально разработанные преподавателями вуза, которые отражают специфику и особенности конкретной специальности. Выполняя эти упражнения студенты зрительно запоминают различные детали машин, правила оформления и особенности конструкции, то есть формируется специалист, постоянно работающий в определенной технической среде.

Освоив основные приемы работы, студент может использовать бесплатную версию программы КОМПАС LT для выполнения курсовых и расчетно-графических работ у себя дома, а придя в академию студент имеет возможность использовать созданные наработки в профессиональной версии КОМПАС-3D.

Использование в качестве базового программного пакета КОМПАС 3D дает предпосылки для осуществления сквозной системы подготовки инженера. Эта методика актуальна для работающих студентов, например, заочного факультета.

На первом курсе студент получает от преподавателя, а еще лучше от специалиста на своём рабочем месте сборочные чертежи узлов и входящих в него деталей. На уроках инженерной и компьютерной графики выполняются чертежи и модели деталей. Далее на занятиях по теории машин и механизмов производится кинематический анализ, строятся планы скоростей. В

ходе изучения дисциплины «Детали машин» обрабатываются элементы конструкции. В дисциплине «Взаимозаменяемость и стандартизация» рассчитываются посадки и выбираются стандартные детали. При этом предлагаются варианты замены деталей. Таким образом, происходит утонченный анализ и совершенствование конструкции узла машины.

На старших курсах, по мере изучения специальных дисциплин, студент разрабатывает технологические процессы механической обработки деталей и сборки узла, проектирует режущий инструмент и приспособления. Для этого идеально подходит система КОМПАС - АВТОПРОЕКТ. Студенту не надо проводить долгие часы в библиотеке, работая с многочисленными томами справочников. Вся информация (материалы, инструменты, режимы резания и т.п.) находится в компьютере. Решение задач в АВТОПРОЕКТЕ дает студенту не только навык работы с САПР ТП, но и с системами управления базами данных. В результате этой работы получается полный комплект технологической документации, оформленной в соответствии с требованиями стандартов, которые могут не знать не только студенты.

Подойдя к дипломному проекту, студент уже имеет не только знания и опыт работы в САПР, но и довольно увесистую папку документации (чертежи деталей, режущих инструментов, приспособлений, технологические процессы и др.). Остается только обобщить, систематизировать, отбросить лишнее и диплом готов!

Сказанное особенно актуально для обучающихся по инженерно-технологическим специальностям. Однако для других специальностей тоже огромный плюс будет знание САПР, ведь помимо чертежей (которые делают студенты) при творческом подходе можно автоматизировать и другие виды деятельности. Например, использовать КОМПАС - АВТОПРОЕКТ для составления маршрута технического обслуживания (ТО), а библиотеку Планировки цехов для проектирования станции технического обслуживания (СТО) автомобилей студентами специальности «Сервис и техническое обслуживание автомобилей».

Таким образом, чем раньше начинается внедрение средств САПР в учебный процесс, тем эффективнее происходит подготовка грамотных и компетентных специалистов с широким кругозором, богатыми знаниями и прочными навыками работы.

## Литература

1. Газизов Р.Р. Внедрение систем автоматизированного проектирования и технологической подготовки производства в процессе обучения в ВУЗе. // Материалы межрегиональной научно-практической конференции: «Инновационные процессы в области образования, науки и производства», 2004.

2. Калягина О.В. Комплексное использование САПР в инженерном образовании. Сборник трудов. – Тула: Изд-во Гриф и Ко, 2005. - 107 с.

3. Уваров А.Ю. Электронный учебник: теория и практика. М.: Изд-во УРАО, 1999.

УДК 621.316.925:681.5

*Везубова Н.А., к.э.н. доцент,*

*Безик Д.А., к.т.н. доцент,*

*Смолко А.А., студент*

*ФГОУ ВПО «Брянская госсельхозакадемия»*

### **СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ**

В современных электрических сетях обычные электро-механические защитные реле уже не удовлетворяют по оперативности обратной связи с диспетчерской службой и оперативности повторного включения сети. Поэтому происходит замена электромеханических систем цифровыми терминалами.

В общих случаях релейная защита необходима для защиты систем от последствий повреждений, а также от отклонений токов, напряжений и частот от номинальных режимов. Достоинство цифровых комплексов состоит в том, что они содержат не только реле, но и электрическую автоматику. Таким образом, одно устройство заменяет целый ряд устройств защиты и автоматики.

На территории Российской Федерации устанавливаются как зарубежные, так и отечественные цифровые системы. Прин-

ципиальной разницы в системах нет, поэтому основные особенности можно рассмотреть на тех системах, которые устанавливаются в энергосистемах Брянской области. В большинстве случаев используются цифровые терминалы защиты, полупроводниковые приборы с 16 или 32 разрядными процессорами с возможностью регулировки рабочих параметров.

Цифровые терминалы защиты имеют целый ряд преимуществ по сравнению с обычной релейной защитой:

- малые габариты и вес устройств, совмещение всех функций в одном устройстве – *терминале* релейной защиты, в идеале – полное отсутствие дополнительных реле в релейном отсеке;
- сокращение времени на техническое обслуживание;
- повышение надежности за счет уменьшения количества соединений и наличия непрерывной самодиагностики;
- увеличение чувствительности и быстродействия защит;
- повышение точности измерения тока и напряжений, а также отработки выдержек времени (снижение ступеней селективности);
- возможность гибкой настройки на разные присоединения за счет большого числа легко изменяемых установок;
- наличие каналов связи для осуществления дистанционного измерения, смены установок и снятия параметров срабатывания: терминал – источник информации и объект управления для системы АСУ;
- наличие архива отключений и цифрового осциллографа – удобные объективные средства для анализа аварий.

Настройка терминалов происходит с помощью обычного компьютера с установленным программным обеспечением.

Терминалы объединяются в *терминальные шкафы*, каждый из таких шкафов может обеспечить полную защиту на отдельную линию. И по нынешнему техническому регламенту каждая подстанция соединена с диспетчерским управлением через интернет, таким образом, каждый терминал соединён в сеть, поэтому возможно оперативное реагирование на аварии и перенастройка оборудования. Кроме того производство таких терминалов выходит дешевле, потому что на каждое возможное напряжение приходилось производить своё реле, а цифровые терминалы защиты производятся одного типа, таким образом



резко сокращаются затраты на проектирование и производство, а как следствие уменьшение цены. Кроме того требуется гораздо меньше материалов на производство.

Брянская область относится к числу отстающих, по количеству подстанций, на которых используются *цифровые терминалы* защиты. В частности, они установлены на только что построенной Почепской подстанции, и устанавливаются на Советскую и Новобрянскую подстанции. Но к положительным моментам относится то, что в Брянской области устанавливается отечественное оборудование, в частности, системы «Сириус», которые имеют ряд своих преимуществ, такие как:

- ✓ максимальная конфигурация каждой модели устройства с отключением ненужных функций с помощью установок;
- ✓ программирование как по линии связи с компьютера, так и с передней панели устройства;
- ✓ управление выключателем с контролем катушек отключения/включения;
- ✓ наличие светодиодов-блинкеров на передней панели;
- ✓ встроенный цифровой осциллограф;
- ✓ большое число дискретных входов и контактов реле;
- ✓ два независимых канала связи – RS232C и RS485;
- ✓ выбор любого из двух протоколов связи – «Старт» и Modbus;
- ✓ наличие двух дополнительных выходных реле с программируемой точкой подключения и режимом работы;
- ✓ наличие двух программируемых светодиодов на панели;
- ✓ применение оптронов дискретных входов для любого рода тока.

Современные цифровые терминалы обеспечивают необходимый уровень защиты при гораздо меньших размерах, и на совершенно новом уровне оперативности работы и обратной связи. И чем раньше произойдет замена электромеханических защит цифровыми терминалами, тем быстрее энергосистемы будут отвечать современным требованиям оперативной работы.

## Литература

1. Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения: Учебник для вузов по специальности "Электроснабжение". - М: ВШ, 2001. - 496 с.: ил.
2. Гловацкий В.Г., Пономарев И.В. Современные средства релейной защиты и автоматики сетей: - М: Энергомашвин, 2006.
3. Дьяков А.Ф., Овчаренко Н.И. Микропроцессорная релейная защита и автоматика энергетических систем: учебное пособие для студентов вузов. М: Издательство МЭИ, 2000.- 199 с.

УДК 631.162:657.1.011.56

*Верезубова Н.А., к.э.н. доцент,*

*Безик Д.А., к.т.н. доцент,*

*Смолко А.А., студент*

*ФГОУ ВПО «Брянская госсельхозакадемия»*

### **АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОММЕРЧЕСКОГО УЧЁТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**

В условиях конкурентного рынка электроэнергии требуется оперативное и точное измерение потребителями электроэнергии. Поэтому во всех современных электрических сетях произошла замена устаревших электромеханических приборов учёта электроэнергии на современные системы учёта энергии.

Автоматизированная информационно-измерительная система коммерческого учёта электроэнергии (АИИС КУЭ, АС-КУЭ) - совокупность аппаратных и программных средств, обеспечивающих дистанционный сбор, хранение и обработку данных об энергетических потоках в электросетях.

Современные системы, как правило, состоят из двух уровней нижнего и верхнего. К нижнему уровню относится оборудование и микропрограммы, работающие непосредственно на объекте учёта. К верхнему уровню относится остальная часть системы, расположенная, как правило, в центре обработки данных и офисах контролирующей организации.

Элементы нижнего уровня объединяются в информационно-измерительный комплекс (ИИК) - часть системы от проводника электроэнергии до электросчётчика. Трансформаторы тока, трансформатор напряжения и электропроводка, соединяющая трансформаторы со счётчиком, входит в состав информационно-измерительного комплекса. АИИС КУЭ, как правило, содержит несколько информационно-измерительных каналов. Информационно-измерительный комплекс относится к нижнему уровню АСКУЭ. Коммуникационной средой между счётчиком и УСПД (Устройство сбора и передачи данных) может являться интерфейс RS-485, интерфейс RS-232, CAN интерфейс, GSM, радиоэфир, PLC - сеть 0,4кВ. Организация канала связи в коммуникационной среде осуществляется программными и аппаратными методами.

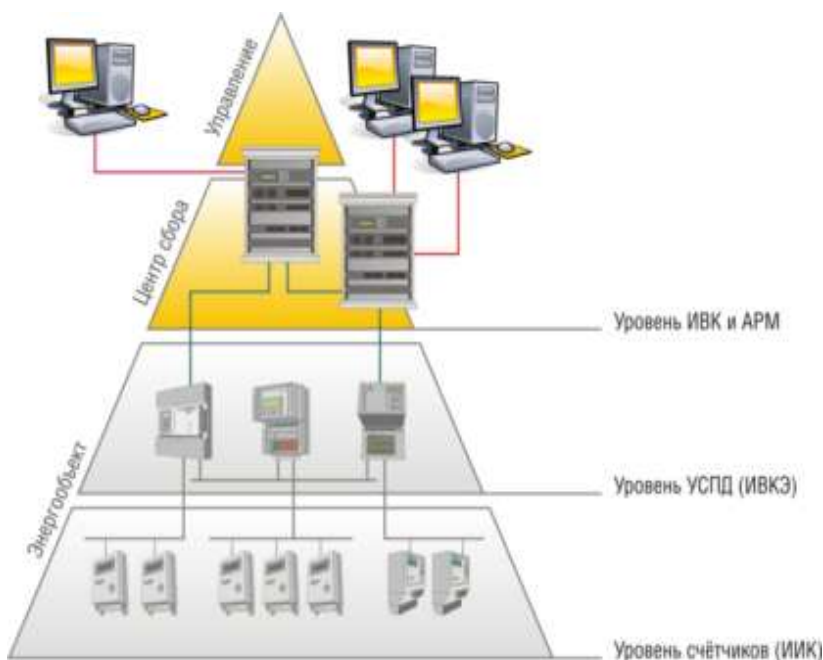


Рисунок 1 - Схема разделения АСКУЭ на уровни

Элементы верхнего уровня представляют собой информационно-вычислительный комплекс (ИВК) - часть системы от электросчётчика до контролирующей организации. К ИВК относятся:

- устройства сбора и передачи данных (УСПД);
- каналы связи между электросчётчиками и УСПД;
- серверы верхнего уровня;
- коммуникационная среда и каналы связи между УСПД и серверами верхнего уровня (переход с нижнего уровня на верхний);
- система обеспечения единого времени (СОЕВ);
- автоматизированные рабочие места (АРМ) диспетчеров;
- автоматизированные рабочие места администраторов системы;
- каналы связи верхнего уровня, в том числе между серверами и АРМ смежных пользователей информации;
- программное обеспечение верхнего уровня.

Коммуникационной средой между УСПД и серверами верхнего уровня может являться структурированная кабельная сеть, телефонная сеть с коммутируемыми каналами, Ethernet, GSM, волоконно-оптическая связь, радиосвязь, или интернет. Организация канала связи в коммуникационной среде осуществляется программными или аппаратными методами.

Под смежными пользователями информации о количестве потреблённой электроэнергии подразумеваются физические или юридические лица, имеющие право доступа к этой информации (например, потребитель и энергосбыт, сетевая и генерирующая организация и т. п.).

### **Функции систем АСКУЭ**

- Автоматический сбор данных коммерческого учета потребления (отпуска) электроэнергии по каждой точке (группе) учета на заданных коммерческих интервалах (согласно НП АТС - 30 мин.).
- Хранение параметров учета в базе данных.
- Обеспечение многотарифного учета потребления (отпуска) электроэнергии.

- Обеспечение контроля за соблюдением лимитов энергопотребления.
- Контроль параметров электроэнергии (токов, напряжений,  $\cos \phi$ , частоты) на заданном интервале опроса (технически).
- Вывод расчетных параметров на терминал и/или на устройство печати по требованию оператора.
- Ведение единого системного времени с возможностью его корректировки.
- Сведение баланса электроэнергии по расчетной группе (секция, система шин и т.д.) на этапе наладки системы и в процессе ее эксплуатации.

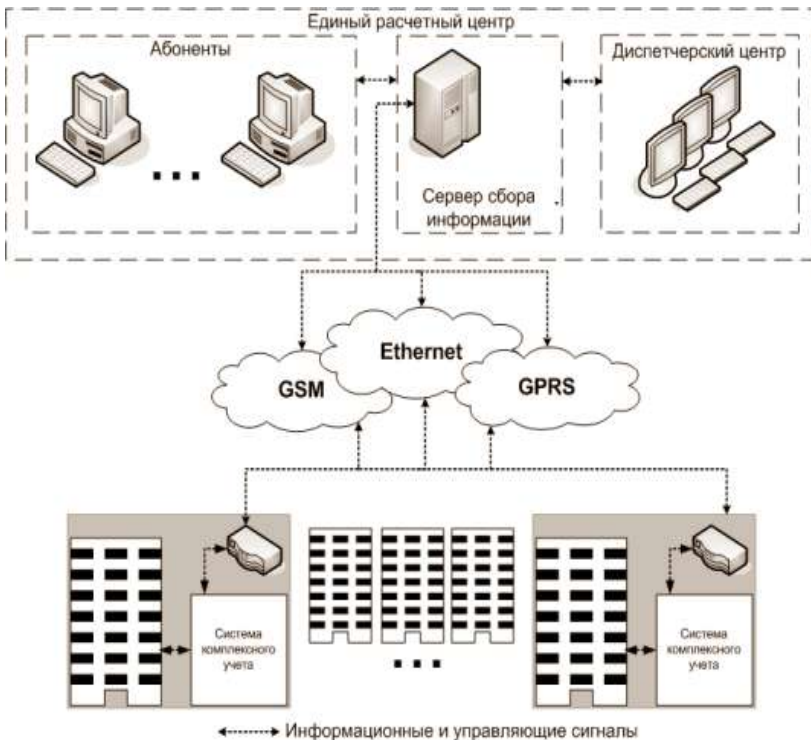


Рисунок 2 - Структурная схема работы АСКУЭ

АСКУЭ применяются на всём пути электричества от станции до конечного потребителя. И на каждом участке они показали ряд выгодных преимуществ по отношению к электро-механическим измерительным приборам

Крупным потребителям электроэнергии (фабрикам, заводам, портам и т. п.) АСКУЭ даёт следующие преимущества:

- отсутствие необходимости в ручном снятии показаний множества электросчётчиков;
- облегчение ведения многотарифного учёта электроэнергии;
- облегчение прогнозирования затрат на электроэнергию;
- контроль качества электроэнергии (не сертифицирован);
- запись в журнале событий УСПД событий по отключению-включению фидеров, перекосам по токам и напряжению (данную информацию собирает счетчик электроэнергии и передает УСПД);
- возможность автоматической передачи данных о количестве потреблённой электроэнергии в энергосбытовую организацию;
- возможность выхода на оптовый рынок электроэнергии и мощности.

Сетевые организации с помощью АСКУЭ ведут учёт потерь энергии в трансформаторах и линиях электропередачи. Анализ данных, предоставляемых АСКУЭ, полезен также для определения перегруженных участков электросети и принятия решения об увеличении их пропускной способности.

Организации-производители электроэнергии могут предъявлять повышенные требования к частоте снятия показаний с электросчётчиков. Эти требования обоснованы необходимостью поддерживать оптимальные режимы работы оборудования и не допускать перерасхода энергоносителей. В том случае, когда невозможно ручное снятие показаний с требуемой частотой, единственным решением проблемы становится внедрение АСКУЭ.

И, наконец, АСКУЭ может быть использована энергосбытом не только для автоматизации выставления потребителям счетов за электроэнергию, но и для предотвращения конфликтов. Так как АСКУЭ может предоставлять одни и те же учтённые данные энергосбыту и потребителю одновременно, разногласия можно устранить до их перехода в конфликт.



Рисунок 3 - Схема использования АСКУЭ в жилищно-коммунальном хозяйстве

Использование АСКУЭ в условиях современного рынка позволяет наиболее точно и оперативно измерять потребление электроэнергии, а также отслеживать моменты перекоса фаз и другие, не нормированные режимы, таким образом, сводя потери в электроэнергии к минимуму. Что соответственно приводит к уменьшению затрат на передачу и потребление электроэнергии.

### Литература

1. askye.ru
2. dev-center.ru>dev/el-matrix.html
3. dias.ru>produkts/askue/
4. energomera.ru>Аскуэ
5. energo-spektr.ru>energosome/askue/

*Гурьянов Г.В., д.т.н., профессор,  
Жиряков А.В., ст. преподаватель  
ФГОУ ВПО «Брянская госсельхозакадемия»*

## **К ВОПРОСУ ОБ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЯХ ПРИ ОБРАБОТКЕ ПОЧВ**

В литературе по триботехнике за последние 30-50 лет неоднократно обращалось внимание на влияние электрических, магнитных и вибрационных процессов на трение, износ и смазку машин. Последние исследования процесса водородного изнашивания показали, что здесь кроются большие резервы в части повышения срока службы деталей машин и режущего инструмента. Электрические, магнитные, вибрационные, а также тепловые явления не только непосредственно влияют на интенсивность изнашивания деталей, но и кардинально влияют на поведение водорода, который является разрушительной силой в данном случае. Это связано с тем, что водород имеет электрический заряд, который взаимодействует с указанными полями. Вибрации с высокими частотами также воздействуют на скорость изнашивания не сами по себе, а посредством электрических явлений, которые, в свою очередь, влияют на движение водорода и способствуют его образованию. Тепловые явления, как и напряжения, влияя самостоятельно на трение и износ, активизируют образование водорода и способствуют продвижению его в зону контакта.

Все изложенное требует глубокой и всесторонней проработки, как в теоретическом плане, так и при проведении экспериментальных исследований. Следует заметить, что исследование магнитных и электрических явлений при трении – это один из наиболее достоверных и эффективных путей изучения самой природы трения и изнашивания. Для управления процессом трения следует провести исследования по раздельному изучению электрических, термоэлектрических и магнитных явлений, установить роль каждого в процессах трения и видов разрушения поверхностей деталей и обрабатываемого материала.



Особенно следует обратить внимание на выявление нелинейности распределения зарядов в подвижном электрическом источнике зоны фрикционного контакта. Именно в нелинейности кроются многие до сего времени еще не известные процессы трения и изнашивания, определяющие кинетику и интенсивность физико-химических процессов в контакте.

Вопрос об исследовании электрических явлений, возникающих при обработке и резании различных материалов, достаточно широко освещён в отечественной и зарубежной литературе. Но вопросам проявления таких явлений при различных видах обработки почвы (пахота, культивирование и др.) уделялось недостаточно внимания. Практически отсутствуют сведения о теоретических и экспериментальных исследованиях зависимостей различных параметров этих явлений в зависимости от вида почвы и условий обработки.

В данной работе планируется определить величину термоЭДС разности потенциалов, возникающих в паре трения «диск - почва» и выявить зависимость данного параметра от состава почвы. Исследование будет проходить в лабораторных условиях на установке, состоящей из электродвигателя с редуктором, который управляется с помощью частотного преобразователя. На выходной вал редуктора посредством системы втулок из диэлектрика крепится диск от дисковой бороны. Данный диск помещается в ванну с почвой и вращается в ней. При этом все детали установки (кроме самого диска) имеют хороший контакт с заземляющим контуром. Для непосредственного измерения разности потенциалов будет использован милливольтметр, один из щупов которого находится в контакте с заземлённой частью установки, а второй – посредством подпружиненного ролика – имеет хороший электрический контакт с диском.

В ходе эксперимента будет меняться состав «обрабатываемой» почвы, а так же скорость вращения диска.

Кроме этого в эксперименте планируется варьировать температуру почвы и, возможно, выявить зависимость возникающей разности потенциалов от данного параметра.

*Гурьянов Г.В., д.т.н., профессор,  
Голубева И.Е., доцент,  
Шелоп М.А., аспирант  
ФГОУ ВПО «Брянская госсельхозакадемия»*

## **СОЗДАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССА “УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ”**

**Введение.** Сегодня российская энергетика находится на этапе преобразований. В перспективе создание конкурентного рынка электроэнергии, что, безусловно, ужесточит требования к оперативности и качеству принимаемых решений по управлению как производственными процессами, так произведенными ресурсами.

В связи с выходом ряда нормативных документов по нормированию и управлению качеством электроэнергии все энергоснабжающие организации столкнулись с проблемой управления качеством электроэнергии.

**Материал и методика исследования.** Основой исследований послужило изучение ряда нормативных документов Правительства, Минтопэнерго, Госстандарта России по нормированию и управлению качеством электроэнергии. Методологической основой работы являются: научная концепция управления качеством электроэнергии, системный и процессный подходы к менеджменту, научно-методические разработки в области технического регулирования качества электроэнергии.

**Результаты исследований и обсуждения.** При изучении ряда нормативных документов нет четкой модели управления качеством электрической энергии (КЭ). По итогам измерений показателей качества электрической энергии (ПКЭ) в энергоснабжающей организации нет четкого плана и правил проведения измерений. Изучение данных проблем и послужило созданию модели бизнес-процесса “Управление качеством электроэнергии” (рисунок 1).

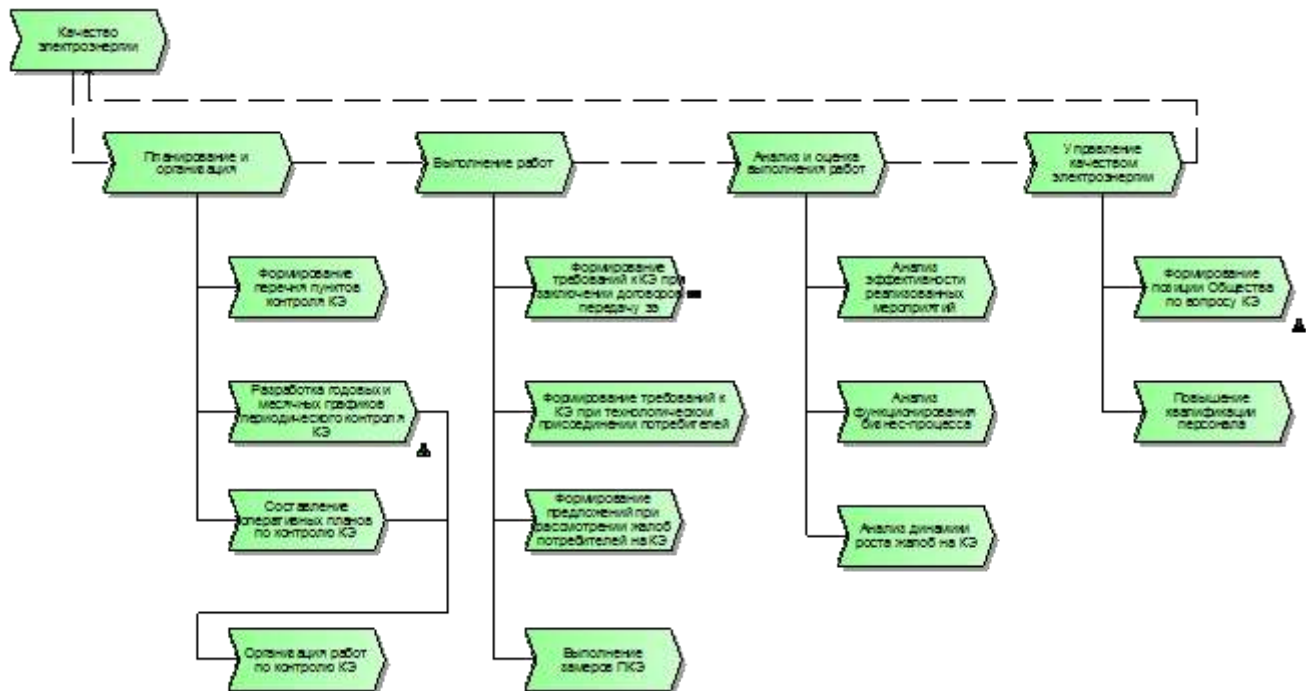


Рисунок 1 – Схема бизнес-процесса “Управление качеством электрической энергии”

Модель данного бизнес-процесса состоит из двух уровней. Первый уровень определяет основную работу по управлению КЭ, а второй уровень – выполнение всех основных блоков процесса. Блок “Планирование и организация” включает планирование всех работ связанных с измерением ПКЭ (составление перечней точек замеров ПКЭ, графиков). Блок “Выполнение работ” включает формирование требований при заключении технических условий с потребителями, допуск в электроустановки, проведение непосредственно самих работ. Блок “Анализ и оценка выполнения работ” включает анализ протоколов измерений ПКЭ, обработка и составление корректирующих мероприятий по улучшению КЭ. Блок “Управление качеством” включает формирование позиции компании по вопросу КЭ, повышение квалификации персонала.

**Вывод:** Разработка бизнес-процесса позволит совершенствовать процесс управления качеством электрической энергии, интеграцию бизнес-процессов и современных информационно-технологических решений. Эти решения осуществят комплексную и интегрированную поддержку деятельности подразделений и обеспечат прозрачность деятельности руководства, инвесторов и общества в целом за счет построения единой информационной системы управления.

На данный момент не существует моделей бизнес-процессов по “Управлению качеством электрической энергии”, поэтому дальнейшее изучение состояния данного вопроса является актуальным.

## Литература

1. Басовский Л.Е., Протасьев В.Б. Управление качеством: учебник для вузов. - М.: ИНФРА-М, 2002. – 212 с.
2. Боков В.А., Гаяев В.И. Проблема «качество» // Стандарты и качество, 1996, № 8. с. 49-51.
3. Мазурова Т.А. Управление качеством. - Таганрог: Изд-во ТРТУ, 1999. – 128 с.

*Гурьянов Г.В., д.т.н., профессор,  
Кисель Ю.Е., к.т.н., доцент,  
Кисель П.Е., Курбатов Д.С., аспиранты  
ФГОУ ВПО «Брянская госсельхозакадемия»*

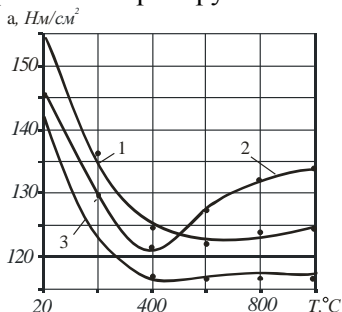
## **ВЛИЯНИЕ НАГРЕВА НА УДАРНУЮ ВЯЗКОСТЬ КОМПОЗИЦИОННЫХ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ**

**Введение.** Свойства композиционных электрохимических покрытий (КЭП) зависят не только от физико-химических свойств составляющих, но и от прочности связи между ними [1-2]. Максимальная прочность и износостойкость КЭП достигается, если на границе между матрицей и наполнителем происходит образование прочной связи, что можно обеспечить нагревом поверхности детали, например ТВЧ. Однако это воздействие может привести к изменению состава и структуры покрытий, что изменит физико-механические свойства материала. Поэтому целью работы было исследование влияния нагрева на ударную вязкость КЭП.

**Методика исследований.** КЭП получали из электролитов-суспензий (ЭС) на основе хлористого железа. В качестве ДФ служил микропорошок карбида бора марки М14. Подробная технология получения КЭП изложена в работах [3,4]. Покрытия толщиной 1,0...1,1 мм после стабилизации структуры в течение 20 суток хранения обрабатывали на установке типа ИЗ-250-10. Температуру нагрева (Т, от 200<sup>0</sup>С до 1200<sup>0</sup>С) контролировали пирометрически. Ударную вязкость изучали разрушением образцов на маятниковом копре КМ-50 по методике [5].

**Результаты исследований и их обсуждение.** Исследование влияния термообработки на ударную вязкость стали с покрытиями показали, что увеличение нагрева приводит к ее снижению (рис.1). Необходимо отметить, что наибольшее снижение ударной вязкости вызывают «чистые» покрытия. Покрытия обладают развитой сеткой трещин, которые играют роль надрезов. По данным работы [6] образцы, составленные из пластин по вы-

соте, значительно превосходят по ударной вязкости целые. Повышение ударной вязкости составных образцов объясняется, как увеличением объема металла, получающего пластическую деформацию, так и экранирующим влиянием плоскости разъема. Трещина в сплошном образце, вызывая концентрацию напряжений, приводит к быстрому разрушению при ударных испытаниях. В составных образцах (к которым можно отнести образцы с покрытием) появление трещины вызовет концентрацию напряжений и разрушение только покрытия, а ее влияние как фактора концентрации напряжений экранируется плоскостью разъема.



1 - образцы без покрытия; 2 - КЭП; 3 - «чистые» покрытия  
 Рисунок 1 - Зависимость ударной вязкости КЭП от температуры нагрева

КЭП обладали большей ударной вязкостью, чем «чистые» покрытия. В сравнении с «чистыми» покрытиями КЭП имеют меньшую трещиноватость и большую прочность, при незначительном влиянии на прочность сцепления покрытия с основой, что приводит к меньшему снижению ударной вязкости образцов.

Термообработка образцов с «чистыми» покрытиями и КЭП приводила к различным эффектам. При нагреве образцов с «чистыми» покрытиями до 400...450°C в результате взаимной диффузии происходит увеличение прочности сцепления и, вероятно, снижение экранирующего влияния плоскости разъема покрытия и подложки. Таким образом, после термообработки трещиноватость покрытия в значительной мере становится трещиноватостью образца, что приводит к значительному снижению ударной вязкости образцов [4].

У КЭП нагрев до 500...600<sup>0</sup>С приводил не только к увеличению прочности сцепления, но и одновременному увеличению прочности покрытий, что приводит к меньшему влиянию покрытий на ударную вязкость образцов.

**Выводы.** Обработка ТВЧ КЭП железо-карбид бора повышает предел прочности и износостойкость по сравнению с покрытиями без обработки, что позволяет их рекомендовать для восстановления и повышения долговечности деталей почвообрабатывающей техники (лемеха, лапы культиваторов, зубья экскаваторов и другие). Для деталей машин, работающих в условиях динамических нагрузок термическая обработка не желательна. Для таких деталей наиболее целесообразна будет термообработка лазером, которая затрагивает только тонкие поверхностные слои на поверхности КЭП.

### Литература

1. Сайфулин Р.С. Неорганические композиционные материалы. - М.: Химия, 1983. – 304 с.
2. Гурьянов Г.В. Электроосаждение износостойких композиций. - Кишинев: Штиинца, 1986. - 240 с.
3. Кисель Ю.Е., Гурьянов Г.В. Повышение износостойкости деталей машин композиционными электрохимическими покрытиями // Тракторы и сельхозмашины. - №10. 2009. - С.39-42.
4. Кисель Ю.Е., Гурьянов Г.В. Совершенствование свойств композиционных электрохимических покрытий лазерной обработкой // Ремонт. Восстановление. Модернизация.- № 5. - 2011. - С. 4-8.
5. Ташкин, А.Е. Исследование влияния условий электролиза на некоторые основные механические характеристики электролитических железных покрытий. Автореф. дисс. канд. техн. наук. Каунас. 1970. - 19 с.
6. Погодин-Алексеев Г.И. Динамическая прочность и хрупкость металлов. – М.: Машиностроение, 1966. – 185 с.

*Захаров И.П., к.ф.-м.н., доцент,  
Захаров Е.И., аспирант,  
Лавриненко Н.В., Иванцов Н.А., Ицков И.С., Подсолонко А.В., Мо-  
гилин Е.С., Матвеев А.С., Конохов А.Ю., Глушак Е.М., студенты  
ФГОУ ВПО «Брянская госсельхозакадемия»*

## **О ДРОБЛЕНИИ ПРИ ПОМОЩИ ЭГЭ ИСКУССТВЕННЫХ И МИНЕРАЛЬНЫХ ОБРАЗЦОВ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ**

Электрогидравлический эффект – это совокупность явлений различной природы, возникающих в жидкости (конденсированной среде) при прохождении через неё мощного кратковременного специально сформированного электрического разряда, сопровождающегося выделением и преобразованием высокой дозы энергии.

Несмотря на многочисленность фундаментальных и прикладных исследований, выполненных в области подводного электровзрыва [1], а так же на успешное применение высоковольтной электроимпульсной технологии в промышленности, сельскохозяйственные применения электрогидравлического эффекта (ЭГЭ) остаются в целом более чем скромными. Это же можно сказать и о применении основного свойства ЭГЭ – создавать механические разрушения в объектах, помещаемых в области подводного электровзрыва.

Экспериментальные сведения о дроблении различных материалов электрогидравлическим ударом весьма многочисленны и интересны [2]. Однако разрядноимпульсных устройств, применяемых для измельчения различных материалов не так уж много, а примеров таких устройств, закрепившихся в сельскохозяйственной практике, вовсе нет.

С целью изучения возможностей дальнейшего применения электрогидравлического эффекта при дроблении образцов минерального и искусственного происхождения (например, в сельскохозяйственной практике – при дроблении удаляемых с полей валунов, в горном деле – при разработке рудных и угольных пластов, в городском хозяйстве и благоустройстве террито-



рий – измельчение крупных строительных отходов), нами была создана изображенная на рисунке 1 лабораторная электроустановка для проведения лабораторных экспериментов по разрушению и измельчению различных образцов и материалов. На рисунке 1 цифрой 1 обозначен рентгеновский трансформатор мощностью 11кВт с выпрямителем, потребляющий от сети 220В ток 50А и подающий на выход к высоковольтным проводам 3 ток напряжением до 125кВ.

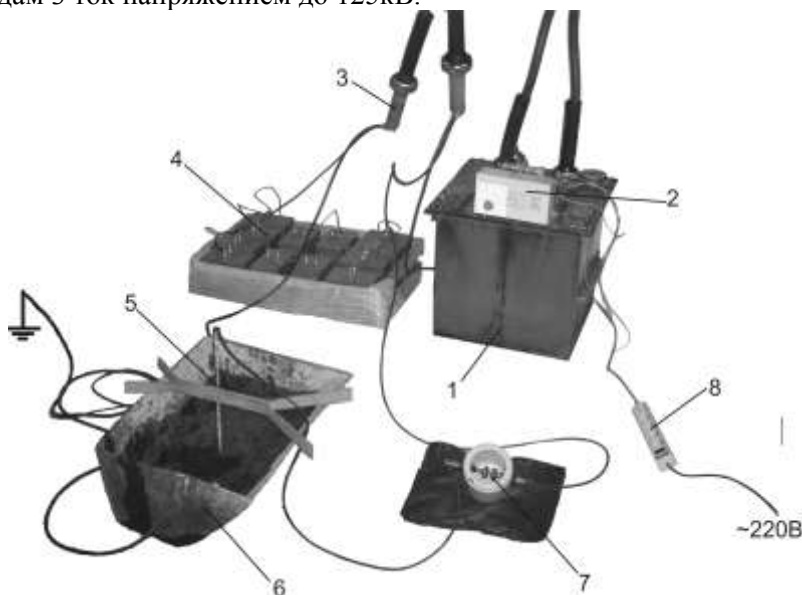


Рисунок 1 – Лабораторная электрогидроимпульсная установка

С помощью регулятора переменного напряжения 2, подключённого к сети через фильтр 8, можно регулировать выходное напряжение трансформатора 1 в пределах от 0 до 125кВ. К высоковольтным проводам 3 подключена батарея 4, сформированная из  $n$  ( $n=1,2,\dots,20$ ) соединённых последовательно импульсных конденсаторов К75-40, каждый ёмкостью 100мкФ с рабочим напряжением 2,5кВ и индуктивностью 0,25мГн. Батарея из  $n$  конденсаторов имеет ёмкость  $100/n$  мкФ и может заряжаться до любого напряжения от 0 до  $2,5 \cdot n$  кВ.

Например, батарея из 12 таких конденсаторов имеет ём-

кость 8,5мкФ и для импульсного разряда может заряжаться до любого напряжения в пределах от 0 до 30кВ. Разрядник 7 с регулируемым воздушным промежутком между полусферическими латунными контактами подключался между положительным выводом 3+ трансформатора 1 и положительным электродом 5, установленном в держателе из изолирующего материала на технологическом блоке 6, наполненном водопроводной водой, которая контактирует с испытуемым образцом, подвергаемым электрогидравлическому удару. Отрицательный электрод, отрицательный контакт конденсаторной батареи и корпус высоковольтного трансформатора 1 заземлялись.

В ходе испытаний была проверена и подтверждена возможность успешного дробления и разрушения различных образцов из минеральных и искусственных материалов в полевых условиях.

На рисунке 2 показана динамика разрушения керамзитобетонного кирпича размером 0,18х0,18х0,39м<sup>3</sup> электровзрывом при U=25 кВ, C=7,3 мкФ, межэлектродном расстоянии l=0,03 м и энергии импульса W=2,25 кДж.

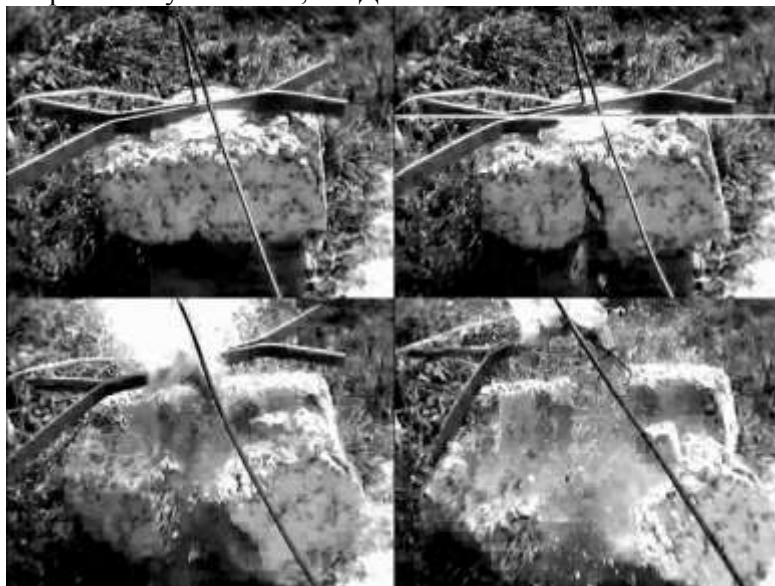


Рисунок 2 - Динамика разрушения керамзитобетонного кирпича



Рисунок 3 - Динамика разрушения силикатного кирпича

Электрод-анод 5 и электрод-катод были погружены в полиэтиленовый пакет с водой, помещенный внутри сквозного проектно-заводского отверстия керамзитного кирпича.

На рисунке 3 изображен силикатный кирпич, разрушенный электровзрывом при  $U=25$  кВ,  $C=7,3$  мкФ, межэлектродном расстоянии  $l=0,03$  м и энергии импульса  $W=2,25$  кДж.

Вместе с тем, образцы строительных материалов и отходов из бетона, железобетона и прочной кирпично-цементной кладки объемом  $0,25-0,5$  м<sup>3</sup>, не поддавались разрушению при электровзрывах с указанными выше параметрами.

Как показали опыты, во избежание электрических пробоев и утечки энергии из электрогидравлической установки, батареи конденсаторов и соединения высоковольтных частей установки должны быть надежно изолированы от земли и хорошо очищены от пыли, что особенно важно в полевых и производственных условиях.

Вредное влияние на осуществление электровзрывов имеет и повышенная влажность окружающего воздуха. Напри-

мер, в вечернее время при наступлении точки росы, проявлявшиеся электрические пробой между неизолированными контактами конденсаторной батареи и в воздушном разряднике, не позволяли поднять рабочее напряжение в установке выше 30 кВ.

### Литература

1. Гулый Г. А. Научные основы разрядноимпульсных технологий. Киев: Наук. думка 1990. - 208с.
2. Юткин Л. А. Электрогидравлический эффект. Л.: «Машгиз», 1955.

УДК 338:633:539:631.8

*Зверева Л.А., к.э.н., доцент  
ФГОУ ВПО «Брянская госсельхозакадемия»*

### **ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕАБИЛИТАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ НА РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ЗЕМЛЯХ**

Оценка экономической эффективности методом многокритериального анализа реабилитационных мероприятий проводимых в растениеводстве на радиоактивно загрязнённых землях 15 лет назад позволила выявить, что большинство этих мер, эффективных по радиологическому критерию, не эффективны по экономико-радиологическому критерию, которым является стоимость единицы предотвращённой относительной дозы внутреннего облучения.

Так на дерново-подзолистых почвах разного гранулометрического состава с плотностью загрязнения от 870,7 до 2516 кБк/м<sup>2</sup> или от 23 Ки/км<sup>2</sup> до 68 Ки/км<sup>2</sup>, стоимость снижения относительной дозы внутреннего облучения в растениеводческой продукции (при внесении мелиорантов - известь, цеолит, доломитовая мука, полуторные и двойные дозы минеральных удобрений) многократно превышает величину, принятую за норму (20 тыс. долл. США/чел.-Зв),

а затраты на реабилитационные мероприятия значительно больше предотвращённого экономико-радиологического ущерба.

Нами предложена Экономико-математическая модель определения условий эффективного использования реабилитационных мероприятий в растениеводстве на радиоактивно загрязненных землях, которая основана на применении метода градиентного спуска.

Процесс нахождения решения задачи с помощью градиентных методов состоит в том, что, начиная с некоторой точки  $X^{(k)}$ , осуществляется последовательный переход к некоторым другим точкам до тех пор, пока не выявляется приемлемое решение исходной задачи.

При нахождении решения задач градиентными методами итерационный процесс осуществляется до того момента, пока градиент функции  $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  в очередной точке  $X^{(k+1)}$  не станет равным нулю, или же пока  $|f(x^{(k+1)}) - f(x^{(k)})| < \epsilon$ , где:  $\epsilon$  - достаточно малое положительное число, характеризующее точность полученного решения. Процесс нахождения определенного максимального значения функции градиентными методами включает следующие задачи:

1. Определить исходное допустимое решение задачи;
2. Найти градиент функции  $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  в точке допустимого решения

$$\Delta f(x^{(k)}) = \frac{\partial f(x_1)}{\partial x_1}; \frac{\partial f(x_2)}{\partial x_2}; \dots; \frac{\partial f(x)}{\partial x}$$

3. Найти максимальное значение функции при условии

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i$$

$$(i = 1, m), x_j \geq 0 \quad (j = 1, n)$$

4. По формуле  $X^{(k+1)} = X^{(k)} + \lambda_k (Z^{(k)} - X^{(k)})$  найти компоненты нового допустимого решения;

5. Проверяется необходимость перехода к последующему допустимому решению. В случае необходимости переходят снова к нахождению градиента функции, в противном случае, найдено приемлемое решение исходной задачи.

Блок-схема разработанной модели представлена на рисунке 1.

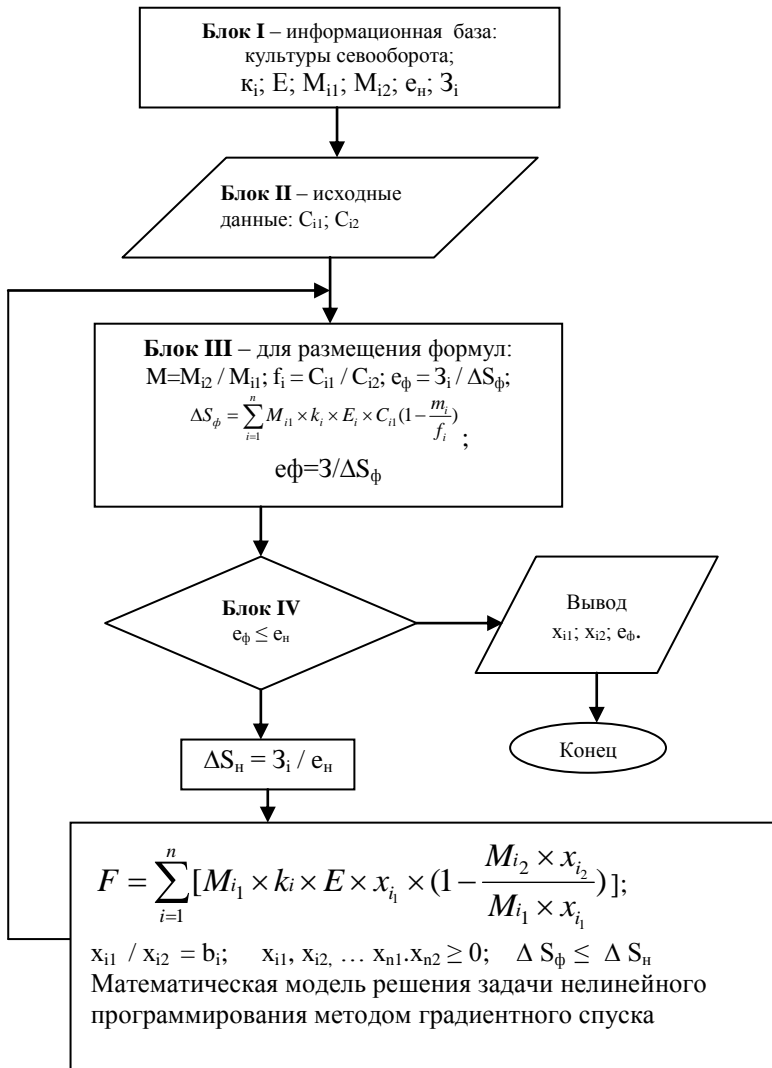


Рисунок 1 - Блок – схема поиска условий эффективного использования реабилитационных мероприятий в растениеводстве на радиоактивно загрязненных землях

В данной модели:

Блок I - информационная база содержит следующую информацию:

1. Наименование и очередность сельскохозяйственных культур в составе севооборота;
2. Количество растениеводческой продукции с 1 га севооборота, полученной до проведения реабилитационных мероприятий ( $M_{i1}$ ) и после проведения реабилитационных мероприятий ( $M_{i2}$ );
3. Доля оставшейся радиоактивности после технологической обработки сельскохозяйственной продукции ( $K_i$ );
4. Дозовый коэффициент (доза внутреннего облучения человека при поглощении одного Бк радионуклидов, для цезия -  $^{137}E = 6,8 \times 10^{-6}$  м.-Зв/Бк);
5. Нормативная стоимость единицы предотвращенной дозы облучения ( $e_n = 20$  тыс. долларов США).

Блок II - исходные данные составляют:

1. Затраты на проведение реабилитационных мероприятий ( $Z_i$ );
2. Концентрация радионуклидов в единице массы сельскохозяйственной продукции до проведения реабилитационных мероприятий ( $C_{i1}$ ) и после проведения реабилитационных мероприятий ( $C_{i2}$ );

Блок III - для размещения формул:

1. Кратность увеличения (уменьшения) количества продукции в результате проведения реабилитационных мероприятий ( $m = M_{i2} / M_{i1}$ );
2. Кратность уменьшения (увеличения) радионуклидов в единице сельскохозяйственной продукции в результате проведения реабилитационных мероприятий ( $f = C_{i1} / C_{i2}$ );
3. Соотношение изменения массы продукции и изменения уровня загрязнения ее  $^{137}C_s$  ( $m / f$ );
4. Выражение  $(1 - m / f)$
5. Относительная предотвращенная доза внутреннего облучения населения в результате проведения реабилитационных мероприятий:

$$\Delta S = \sum_{i=1}^n [M_{i1} \times k_i \times E \times C_{i1} \times (1 - m/f)]$$

6. Стоимость единицы относительной предотвращенной дозы облучения

$$(e_{\phi} = Z_i / \Delta S)$$

где  $Z_i$  - затраты на проведение реабилитационных мероприятий;

Блок IV - Сравнение расчетного показателя стоимости единицы предотвращенной дозы облучения с показателем, принятым за норму ( $e_{\phi} \leq e_n$ ). Если  $e_{\phi}$  удовлетворяет требуемому условию, то применение рассматриваемого варианта реабилитационных мероприятий экономически оправдано. Если ( $e_{\phi} > e_n$ ), то необходимо определить, при каком уровне загрязнения земель применение данных реабилитационных мероприятий будет экономически эффективно.

Экономически оправданная предотвращенная доза облучения  $\Delta S_n = Z_i / e_n$ ;

Блок V - Решение задачи нелинейного программирования методом градиентного спуска: 1. Задается целевая функция:

$$F = \sum_{i=1}^n [M_{i1} \times k_i \times E \times x_{i1} \times (1 - \frac{M_{i2} \times x_{i2}}{M_{i1} \times x_{i1}})],$$

при условии что,  $x_{i1} / x_{i2} = b_i$ ;  $x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{n1}, x_{n2} \geq 0$ ;  $\Delta S_{\phi} \leq \Delta S_n$

В качестве критерия оптимальности (целевой функции) принимается показатель экономически оправданной относительной предотвращенной дозы облучения населения ( $\Delta S_n$ ). При этом кратность снижения концентрации радионуклидов в сельскохозяйственной продукции должна соответствовать опытным данным научных и научно-производственных организаций.

Данная задача нелинейного программирования решается с помощью ЭВМ.



Разработанная экономико-математическая модель позволяет определить порог экологически и экономически эффективного применения реабилитационного мероприятия, т.е. при каком начальном уровне радиоактивности сельхозкультур рекомендуемые реабилитационные мероприятия будут экономически оправданы.

*Например:* модель позволила определить, что внесение доломитовой муки в сочетании с комплексом минеральных удобрений может быть оправдано по экономико-радиологическому критерию, если уровень радиоактивности в сельскохозяйственной продукции будет соответствовать значениям, показанным в таблице 1.

Таблица 1 -Уровень радиоактивности в сельскохозяйственной продукции

Продукция	Уровень радиоактивности, кБк/ кг			
	исходный		соответствующий	
	до реабилитации	после реабилитации	до реабилитации	после реабилитации
Картофель	28,5	24,8	82,5	75,0
Ячмень	33,3	20,7	143,5	89,7
Кукуруза	170	179,8	164,1	182,3
Овес	39,6	27,4	125,5	89,7
Клевер	60,8	101,6	60,1	100,2
Клевер	71,7	54,4	71,6	55,1
Озимая рожь	25,9	16,2	156,4	97,8

## Литература

1. Акулич И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах: Учебное пособие для студентов эконом. спец. Вузов. – М.: Высшая шк., 1986. – с.269-276.
2. Алексахин Р.М., Моисеев И.Т., Тихомиров Ф.А. Поведение  $^{137}\text{Cs}$  в системе почва- растение и влияние внесения удобрений на накопление радионуклида в урожае. Агрoхимия № 8 1992 г. с. 127.
3. Internatnional crjterja jna nuclear or radjatjon emergency. Safety serjes N 109. JAEA. Vjenna. JAEA. 1994.

*Купреенко А.И., д.т.н, профессор,  
Козогорцев В.Ф., к.ф-м.н, доцент  
ФГОУ ВПО «Брянская госсельхозакадемия»*

## **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА НАГРЕВА ЗЕРНА ПРИ ЕГО СУШКЕ**

С целью совмещения технологических операций энерго-сберегающей сушки и хранения зерновых культур предложена конструкция зернохранилища со встроенной гелиосушильной системой (далее зернохранилище) [1].

Зернохранилище содержит (рис. 1) вертикальный солнечный коллектор 1 со светопрозрачным покрытием 2 и светопоглощающей поверхностью 3, примыкающий к ее боковой стене, сушильную камеру 4 с перфорированным настилом 5 для размещения на нем высушиваемого зерна 6, и вытяжную трубу 7 с дефлектором 8, представляющую собой также солнечный коллектор.

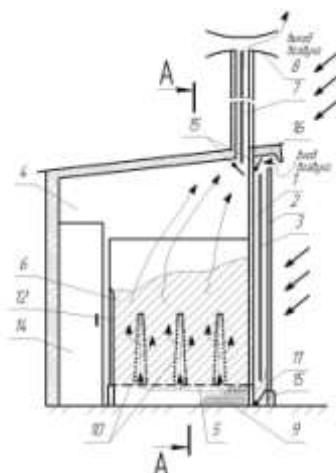


Рисунок 1 – Схема зернохранилища со встроенной гелиосушильной системой (вид сбоку)

Сушка зерна происходит в неподвижном слое. В таком случае важно знать распределение поля температур в слое зерна с целью не допущения его перегрева (и, соответственно, пересушивания) в нижней части слоя и, наоборот, порчи зерна в верхнем слое вследствие значительного понижения температуры и увеличения относительной влажности сушильного агента, приводящего к прекращению процесса сушки.

Решение этой задачи позволит также определить искомую толщину слоя зерна, обеспечивающую качественную сушку зерна.

Такая модель рассматривается здесь в двух вариантах.

**Вариант 1.** Рассмотрим рис. 1.



Рис. 1

Полагаем, что воздух проходит сквозь емкость с зерном достаточно быстро, вследствие чего его температура и на входе в зерновой массив, и на выходе из него может считаться одинаковой и равной  $T_*$ . То есть полагаем, что зерно сушится при постоянной температуре  $T_*$ . Начальная температура зерна  $T_0$ , его масса  $m$ , теплоемкость  $C$ . Требуется найти функцию  $T = T(t)$ , описывающую процесс изменения температуры  $T$  зерна в зависимости от времени сушки  $t$ .

Имеем:  $Q = CmT(t)$  - запас теплоты зерна в момент времени  $t$ . За время  $dt$  (с момента времени  $t$ ) количество теплоты, запасенной зерном, увеличится на величину  $dQ = CmdT$ . С другой стороны, согласно закону теплообмена,  $dQ = k(T_* - T)dt$ , где  $k$  - некоторый числовой коэффициент. Таким образом, получаем:

$$CmdT = k(T_* - T)dt \Rightarrow \frac{dT}{T_* - T} = \frac{k}{Cm} dt.$$

Интегрируя это равенство и учитывая начальное условие  $T(0) = T_0$ , после несложных выкладок получаем искомую функцию  $T = T(t)$ :

$$T(t) = T_* - (T_* - T_0) \cdot e^{-\lambda t}, \quad (t \geq 0). \quad (1)$$

Здесь  $\lambda = \frac{k}{Cm}$  - неизвестная константа. Её можно найти, зная температуру  $T_{\text{кон}}$  в конце сушки зерна (при  $t = t_{\text{кон}}$ ) или в любой другой промежуточный момент времени. Графически поведение функции  $T = T(t)$  изображено на рис.2.

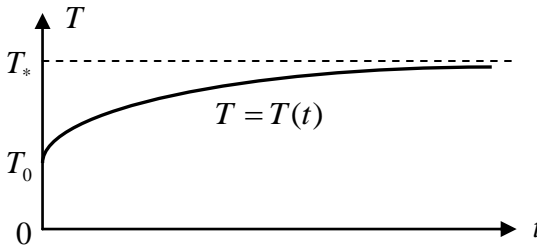


Рис.2

**Вариант 2.** Здесь рассматривается та же задача, что и в варианте 1, но при условии, что воздух, проходя через зерно, на выходе имеет существенно более низкую температуру  $(T_*)_2$ , чем на входе  $(T_*)_1$ .

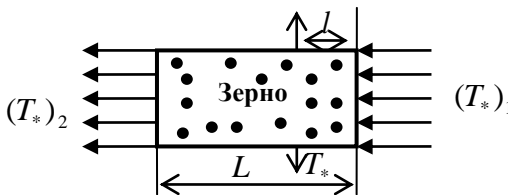


Рис. 3

Пусть  $T_*$  - температура воздуха в сечении емкости с

зерном, отстоящем на расстоянии  $l$  ( $0 \leq l \leq L$ ) от той стенки емкости, в которую воздух входит (рис.3). В каждом таком сечении будет своя температура  $T_*$ , причем температура стационарная, не зависящая от времени. Полагая, что по длине емкости она меняется равномерно от  $(T_*)_1$  до  $(T_*)_2$ , можем записать и её значение:

$$T_* = (T_*)_1 - \frac{(T_*)_1 - (T_*)_2}{L} \cdot l \quad (0 \leq l \leq L). \quad (2)$$

Для температуры зерна  $T = T(t)$  в сечении  $l$  будет справедлива формула (1), в которой значение  $T_*$  определяется выражением (2). Параметр  $\lambda$ , входящий в эту формулу, может быть разным для разных сечений емкости. Но если сечения емкости по форме и размерам неизменны (как на рис.3), то неизменным будет и параметр  $\lambda$ . В любом случае его можно найти так, как указано выше.

Графики изменения температуры  $T$  зерна как функции времени  $t$  в различных сечениях емкости в принципе будут выглядеть так, как показано на рис. 4.

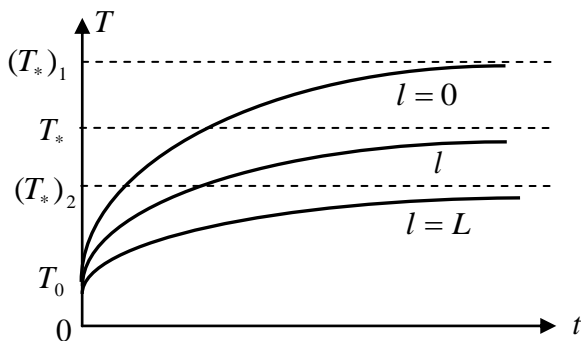


Рис.4

Задаваясь допустимыми значениями температур нижнего и верхнего слоев зерна через определенный промежуток вре-

мени сушки при условии достижения заданной влажности можно определить искомую толщину всего слоя зерна.

### **Литература**

1. Купреенко, А.И., Исаев, Х.М., Байдаков, Е.М. Конструкция зернохранилища со встроенной гелиосушильной системой [Текст] / А.И. Купреенко, Х.М. Исаев, Е.М. Байдаков // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения // Сб. науч. работ. – Брянск: Изд. БГСХА, 2010. – С. 3-8.

УДК 631.171:631.544

*Лантев В.А., к.т.н., профессор,  
Рябчинский А.С., аспирант  
ФГОУ ВПО «Брянская госсельхозакадемия»*

### **ПРОБЛЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ТЕПЛИЧНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

Тепличные предприятия способны круглый год выращивать овощи, домашние растения, цветы и саженцы даже в местах с суровым климатом.

Значительная часть электроэнергии в теплицах расходуется на освещение (досвечивание) растений газоразрядными источниками света – ртутными ДРЛ или натриевыми лампами ДНаТ с дроссельными (ПРА) или электронными пускорегулирующими аппаратами (ЭПРА), ток которых нелинейно зависит от напряжения. Нелинейная нагрузка преобразует синусоидальное напряжение в несинусоидальный ток, что приводит к искажениям в питающей сети предприятия и служит причиной преждевременного повреждения электроустановок, нарушения синхронизации и других нежелательных эффектов.

Экспериментально исследовались показатели качества электроэнергии в сети блока с 27 газоразрядными лампами

ДНаТ-400 тепличного комбината СПК «Агрофирма КУЛЬТУРА» Брянского района. Измерения проводились в течение 24 часов с помощью прибора ЭРИС-КЭ.04, который USB-интерфейсом был связан с компьютером.

Измерялись коэффициенты несинусоидальности напряжений  $K_{нс}$ , и коэффициенты несимметрии напряжения  $K_{2U}$  по обратной последовательности и нулевой  $K_{0U}$  последовательности в соответствии с «Нормами качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения», приведенными в [1] Экспериментальные исследования представлены на рисунке 1, а результаты измерений сведены в таблицы 1 и 2.



Рисунок 1 - Экспериментальные исследования показателей качества электроэнергии

Таблица 1 – Результаты измерения коэффициента несинусоидальности междуфазных напряжений

Показатель	$U_{AB}$	$U_{BC}$	$U_{CA}$
$K_{нс}$	2,75	12,02	2,35
$T_1, \%$	0,00	0,57	0,00
$T_2, \%$	0,00	0,02	0,00
Погрешность измерений $\Delta K_{Унс} = \pm 5,0\%$ при нормативном $\pm 10,0\%$			

Таблица 2 – Результаты измерений коэффициентов несимметрии напряжения по обратной  $K_{2U}$  и нулевой  $K_{0U}$  последовательности

Показатель	Значение	Норматив, %	T1, %	T2, %
$K_{2U}$ , %	7,15	2,0	3,30	1,34
, %	7,39	2,0	14,22	1,53
Погрешность измерения, $\Delta K_U / \Delta K_{U, \text{норм}}$ , %			$\pm 0,20 / \pm 0,50$	

В соответствии с ГОСТ 13109-97 [2] должны выполняться условия:

$$K_{2U} \leq K_{2U}^{(\text{норм})} \text{ и } K_{0U} \leq K_{0U}^{(\text{норм})} \text{ при } T_1 \leq 5\% \text{ и } T_2 = 0\%;$$

Здесь  $T_1$  – длительность выхода коэффициента за нормально допустимую границу  $K^{\text{норм}}$  по отношению к длительности измерений, в процентах, а  $T_2$  – соответственно за предельно допустимую границу  $K^{\text{пред}}$ .

Как следует из таблицы 1, измеренный коэффициент несинусоидальности в фазе В значительно превышает допустимое значение. В других фазах также наблюдается превышение нормируемого ГОСТ значения коэффициента несинусоидальности. Измеренные значения коэффициентов несимметрии, как видно и данных таблицы 2, значительно превышают нормируемые значения.

Экспериментальные временные зависимости междуфазных напряжений и провалов напряжений в фазах приведены на рисунках 2 и 3.

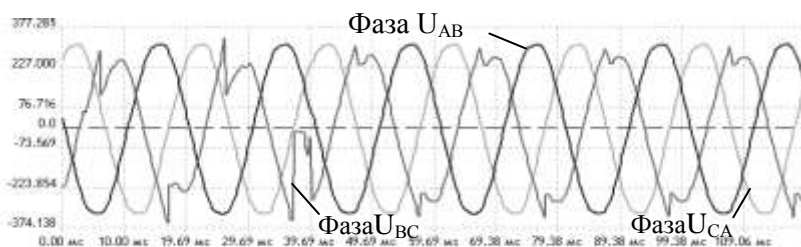


Рисунок 2 - Оциллограммы междуфазных напряжений.  
По вертикали – напряжение, В



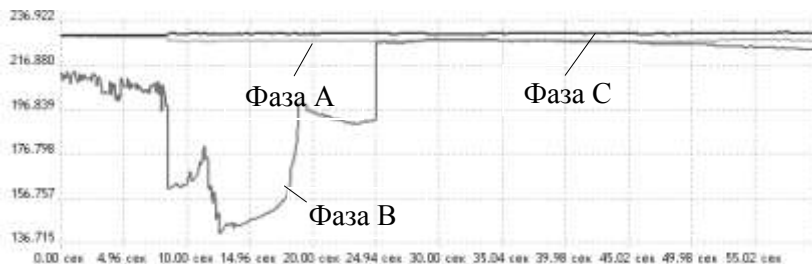


Рисунок 3 - Графики провалов фазных напряжений.  
По вертикали – напряжение, В

Графическое представление полученных зависимостей также свидетельствует о значительных нарушениях качества электроэнергии в исследуемой электрической сети.

Существующие традиционные технические средства и решения, направленные на повышения качества электрической энергии, не способны эффективно компенсировать высшие гармоники в электрических сетях с интенсивной нелинейной нагрузкой. Наиболее современным и перспективным техническим средством компенсации высших гармоник являются параллельные активные фильтры (ПАФ) [3]. Однако использование ПАФ приведёт к существенным дополнительным затратам и не исключает использование покупной электроэнергии.

Наиболее перспективным с точки зрения современного подхода к энергосбережению и использованию альтернативных видов энергии является организация автономного энергоснабжения, например, с помощью когенерационной установки [4] по схеме на рисунке 4.

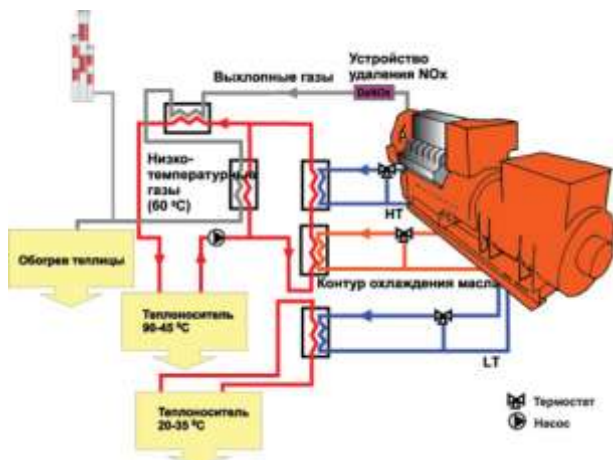


Рисунок 4 - Функциональная схема когенерационной установки

Источником энергии для такой установки способной вырабатывать и электрическую и тепловую энергию, может служить метан, вырабатываемый в биогазовой установке. [5].

Совместное же использование технологий досвечивания с обогащением углекислым газом приводит к повышению урожайности в 2-2,5 раза. [2]

## Выводы

- Действительно, собственная теплоэлектростанция предотвратит возврат не качественной электроэнергии в сеть другим потребителям. Позволит значительно уменьшить платежи в адрес электросбытовых компаний.

- Электрическая энергия расходуется на покрытие собственных нужд и искусственное освещение тепличного хозяйства, а посредством системы утилизации тепла происходит снабжение агрокомплекса тепловой энергией.

- Помимо электрической и тепловой энергии потребитель получает источник углеродного питания растений, что необходимо для интенсивного процесса фотосинтеза, который в большом количестве содержится в выхлопных газах.

## Литература

1. ГОСТ 13109-97 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.
2. Руководство по эксплуатации ЭРИС-КЭ.04.
3. Абрамович Б.Н. и др. Промышленные испытания активного фильтра в сетях ОАО «Оренбург-нефть ТНК-ВР» Промышленная энергетика, №10, 2008 г.
4. Статьи компании «ЭНЕРГОТЕХ» - Автономное энергоснабжение для отрасли защищенного грунта. <http://www.energoteh.com/press-center/articles/2501/>
5. Расчет основных энергетических и конструктивных параметров биогазовой энергетической установки. Учебно-методическое пособие.–М.: МГПУ, 2007.79с.

УДК 631.305

*Маловастая Е.Ф., ст. преподаватель  
ФГОУ ВПО «Брянская госсельхозакадемия»*

### **ПОТЕРИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И СПОСОБЫ ИХ СНИЖЕНИЯ**

Потери электроэнергии — серьезная проблема для любой электросетевой компании. Сверхнормативные потери, т.е. превышающие установленный регулирующим органом лимит — это прямые финансовые убытки. Средства, сэкономленные от снижения потерь, можно было бы направить на техническое переоснащение сетей, повышение надежности и качества электроснабжения потребителей, а также на уменьшение тарифов на электроэнергию. Снижение потерь выгодно всем - и энергоснабжающим организациям, и потребителям.

В структуре потерь электроэнергии различают потери технические и коммерческие. Мероприятия по снижению потерь представлены на рис. 1.



Рисунок 1 – Мероприятия по снижению потерь

При совершенствовании организации работ по снижению потерь особую роль играет человеческий фактор, под которым понимается:

- обучение и повышение квалификации персонала;
- мотивизация персонала, моральное и материальное стимулирование;
- широкое оповещение о целях и задачах снижения коммерческих потерь, ожидаемых и полученных результатах;
- ужесточение мер уголовной, административной и материальной ответственности за хищение электроэнергии.

К основным мероприятиям по снижению технических потерь электроэнергии в распределительных электрических сетях 0,4-35 5кВ относятся:

- использование *10 кВ* в качестве основного напряжения распределительной сети;
- увеличение доли сетей напряжением *35 кВ*;
- сокращение радиуса действия и строительство воздушной линии *0,4 кВ* в трехфазном исполнении по всей длине;
- применение самонесущих изолированных и защищенных проводов для воздушной линии напряжением *0,4-10 кВ*;

- использование максимального допустимого сечения провода в электрических сетях  $0,4-10$  кВ с целью адаптации их пропускной способности к росту нагрузок в течение всего срока службы;

- разработка и внедрение нового более экономичного электрооборудования, в частности, распределительных трансформаторов с уменьшенными активными и реактивными потерями холостого хода, встроенных в комплектную и закрытую трансформаторные подстанции конденсаторных батарей;

- применение столбовых трансформаторов малой мощности  $6-10/0,4$  кВ для сокращения протяженности сетей  $0,4$  кВ и потерь электроэнергии в них; более широкое использование устройств автоматического регулирования напряжения под нагрузкой, вольтдобавочных трансформаторов, средств местного регулирования напряжения для повышения качества электроэнергии и снижения ее потерь;

- повышение достоверности измерений в электрических сетях на основе использования новых информационных технологий, автоматизации обработки телеметрической информации.

Работу по снижению коммерческих потерь необходимо вести по трём основным направлениям:

1. Работа по контролю за эксплуатационным и техническим состоянием приборов учёта, установка более совершенных средств измерений, разукрупнение учёта.

2. Обеспечение расчётов и контроля оплаты с помощью автоматизированных комплексов по единой для всех энергоснабжающих организаций (предприятий, сетей) программе.

3. Организация работы по анализу очагов потерь и рейдов по выявлению неучтённого энергопотребления.

Ключевой вопрос в снижении потерь – совершенствование технологии передачи, в частности модернизация сетей и оснащение их современными энергосберегающими приборами. Важную роль играет грамотный подбор и расстановка оборудования. Значительное влияние на снижение потерь в электрических сетях оказывают замена провода на большее сечение на перегруженных линиях электропередачи, использование самонесущего изолированного провода, замена перегруженных

трансформаторов, реализация программы по снижению реактивной мощности в сетях, которая предусматривает установку устройств компенсации реактивной мощности.

### **Литература**

1. Шеховцов В.П. Расчёт и проектирование схем электроснабжения. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2004. – 214 с.
2. Энергетическая Стратегия жур. №3(15) май-июнь 2010.

УДК 631.222:628.8/9

*Маркарянц Л.М., д.т.н., профессор,  
Жирыков А.В., ст. преподаватель  
ФГОУ ВПО «Брянская госсельхозакадемия»*

### **НЕДОСТАТКИ В НАДЁЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРОКАЛОРИФЕРНЫХ УСТАНОВОК И ВОЗМОЖНЫЕ СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ**

Безопасность и надёжность комплексных автоматизированных систем зависит от безопасности и надёжности и отдельных элементов данной системы. Каждый элемент системы должен представлять собой вполне законченный и самостоятельный модуль, способный выполнять свою работу автоматически, а также автоматически отключаться при перегрузках, авариях и так далее. Схемы управления различными агрегатами должны уметь распознавать все возможные неисправности и отключать агрегат от цепи питания, тем самым останавливая его.

Особое внимание следует уделять мощным энергетическим установкам, таким как электрокалориферы. Электрическая мощность данных установок достигает нескольких сотен киловатт. Кроме того ТЭНы данных установок во время работы нагреваются до 700°C, что представляет угрозу в плане пожароопасности и опасности для обслуживающего персонала.

Электрокалориферные установки легко поддаются автоматическому управлению, так как по своей сути представляют собой

нагревательные элементы (резисторы). Однако даже в современных системах встречаются недостатки в вопросах безопасности и надежности. Целью данной работы является выявление недостатков в надёжности и безопасности и работы электрокалориферных установок.

Несмотря на простоту конструкции и легкость в управлении, электрокалориферные установки обладают рядом недостатков.

Основной недостаток электрокалориферов заключается в следующем. Регулировка температуры в помещении осуществляется в двухпозиционном режиме, то есть «ТЭНы включены», «ТЭНы выключены». Эта особенность электрокалориферов сопряжена с рядом технических и других проблем.

В некоторых агрегатах при включении ТЭНы нагреваются до максимальной температуры 600-700°C. Затем автоматика отключает ТЭНы - они остывают, сначала интенсивно, так как вентилятор продолжает вращаться в течение нескольких минут, затем менее интенсивно. Такие интенсивные нагревы и охлаждения вызывают частые расширения элементов ТЭНа, что, в скором времени, приводит к его разгерметизации. Разгерметизация способствует проникновению внутрь ТЭНа воздуха при циклах расширения - сжатия. Нихромовая проволока, из которой изготовлена спираль ТЭНа, на воздухе быстро окисляется. При окислении полезное сечение проволоки становится меньше. В таких местах увеличивается внутреннее сопротивление, что связано с повышенной температурой. Повышенная температура способствует дальнейшему интенсивному окислению. Проволока быстро перегорает - ТЭН выходит из строя. В мощных электрокалориферных установках, отапливающих большие помещения, ангары и т. д. процесс разгерметизации и окисления ТЭНов значительно сокращает срок службы последних. Вместо нормативного срока службы нагревательных элементов в 10000 часов, он достигает едва 5000 - 6000 часов.

Следующий недостаток связан с тем, что через магнитные пускатели, включающие группы ТЭНов, проходят большие токи. При частых включениях и выключениях контакты магнитных пускателей обгорают и быстро выходят из строя. При включении такого магнитного пускателя он сильно искрит и нагревается, что создает опасность пожара и короткого замыка-

ния.

Многие проблемы, описанные в предыдущем разделе, можно решить при переходе от двухпозиционного регулирования ТЭНов электрокалорифера к их непрерывному регулированию с применением широтно-импульсного модулятора.

Принцип работы широтно-импульсного модулятора заключается в следующем. Электронный блок программируется на поддержание определенной температуры воздуха внутри помещения. Широтно-импульсный модулятор, в зависимости от разности температур внутри помещения и заданной температуры воздуха выбирает программу. Согласно этой программе подаются управляющие сигналы на управляющие входы тиристоров. Тиристоры открываются и закрываются циклически. Цикл состоит из времени работы ТЭНов (время открытого тиристора) и времени паузы (время закрытия тиристора). В зависимости от соотношения этих величин ТЭН нагревается до определенной температуры. Чем меньше время работы и больше время паузы, тем температура ТЭНа ниже и наоборот.

Таким образом, осуществляется непрерывное регулирование электрокалорифером.

При использовании управления, основанного на принципе, описанном выше, перепад температур нагревательных элементов незначителен. Кроме того ТЭНы достигают максимальной температуры в очень редких случаях (в основном в момент запуска калориферной установки). Благодаря этим преимуществам срок службы нагревательных элементов существенно увеличивается.

Также уменьшается вероятность возникновения пожара благодаря тому, что отсутствуют частые циклы включения-выключения магнитных пускателей.

В мощных установках через тиристоры протекают большие токи (до нескольких тысяч ампер), что приводит к выделению в окружающую среду большого количества теплоты. Это влечёт за собой потери электроэнергии и дополнительные затраты на обеспечение охлаждения силовых тиристоров.

Охлаждение тиристоров будет осуществляться приточным воздухом. Тем самым будут снижены затраты на охлаждение тиристоров (охлаждение будет производиться приточным воздухом), а также



будет повышен КПД самой установки за счёт того, что тиристоры будут выступать в роли дополнительных нагревательных элементов.

Основные задачи, решаемые в ходе данной работы это повышение срока службы электрокалориферных установок, безаварийность работы электрокалориферов, повышение стабильности температурного режима в отапливаемых помещениях и экономия электроэнергии.

### Литература

1. Справочник инженера электрика сельского хозяйства: В. М., Борисов Ю.С., Куклагин Д.С. и др. - : Унформагротех, 1999.-564 с.
2. Ерошенко Г.П., Медвёкко Ю.А., Таранов М.А. Эксплуатация энергооборудования сельскохозяйственных предприятий. Ростов - на -Дону: - Георест. - 2001-558 с.
3. Луковников А.В., Шкрабак В.С. Охрана труда: учебник для ВУЗов.- М.: Агропромиздат, 1991.- 319 с.
4. Шичков Л.П., Коломиец А.П. Электрооборудование и средства автоматизации сельскохозяйственной техники. - М.: Колос, 1995 -368с.

УДК 631.28

*Маркарянц Л.М., д.т.н. профессор,  
Самородский П.А., аспирант  
ФГОУ ВПО «Брянская госсельхозакадемия»*

### РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ УСТРОЙСТВА ЗАЩИТНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ

Условия эксплуатации электроустановок в животноводстве значительно сложнее, чем в других отраслях сельского хозяйства. Это обуславливается повышенной влажностью, которая в течении года колеблется в пределах 80%-100%, запыленностью помещения, изменениями температуры от -10-28°С, нали-

чем паров аммиака, вызывающие преждевременное старение изоляции токоведущих частей электрооборудования. Эти факторы оказывают отрицательное воздействие на электротехнические материалы, снижая надежность электрооборудования.

Из общего числа двигателей, контролируемых в рамках эксперимента, были выбраны двигатели с наихудшими (критическими) показателями сопротивления изоляции. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1- Сопротивление изоляции электродвигателей животноводческого помещения

Температура, °С	Влажность, %	Сопротивление изоляции, МОм		
		замеры № 1	измерение 2	измерение 3
-9,6	98	0,31	0,29	0,33
1,7	100	0,35	0,43	0,39
-20,8	92	0,25	0,27	0,29
-9,6	98	0,45	0,49	0,41
1,7	100	0,4	0,41	0,39
-20,8	92	0,4	0,41	0,42

Из таблицы 1 видно, что сопротивление изоляции электродвигателя привода вентиляции фермы, опускается до максимально допустимого значения, что говорит об изношенном состоянии изоляции обмоток. У двух других двигателей показатели сопротивления изоляции критически низки в определенные периоды года.

Ниже, в таблице 2, приведем климатические условия при которых, наблюдались недопустимые значения сопротивления изоляции обмоток.

Таблица 2 - Значения температуры и влажности окружающей среды при критических значениях сопротивления изоляции обмоток электрооборудования

двигатель \ Месяц	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
	Привод вентиляции фермы	0,5	0,54	0,53	17	38	41	41	39	33	2,54	1,2

Привод навозоуборочного транспортёр	0,31	0,39	0,81	9,63	64	64	64	60	58	24	6	0,27
Привод насоса молочного	0,45	0,4	1,1	19	27	29	29	25	26	17	1,8	0,41

Для наглядности результатов эксперимента представим их на рисунке 1. На рисунке изображены интересующие нас значения (т.к. при данных значениях наблюдаются аварийные режимы работы электроборудования и снижение уровня безопасности работы с этим электрооборудованием) расположенный на границе предельнодопустимого значения сопротивления изоляции, равного 0,5 МОм.

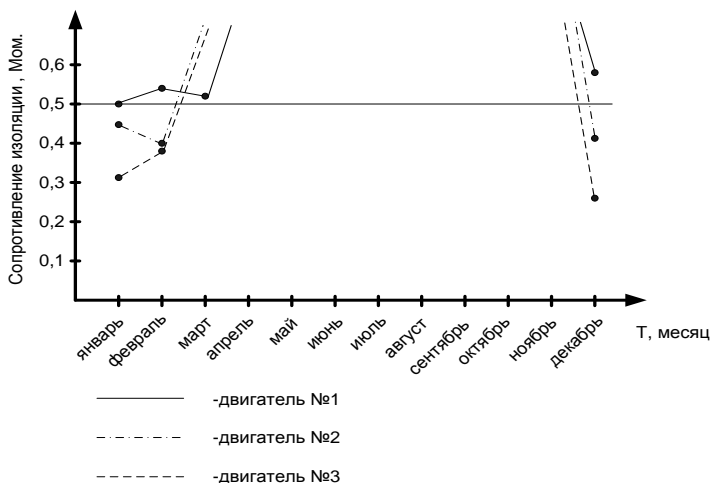


Рисунок 1 - Состояние изоляции в наблюдаемых двигателях

Приведенный график наглядно свидетельствует о бесспорной зависимости сопротивления изоляции двигателей от двух факторов - сезонного и временного.

В первую очередь на сопротивление изоляции двигателя, а следовательно, на его безопасность, влияет его сезонный фактор - сопротивление резко падает в зимний период, восстанавливая в существенной степени свое высокое значение в летний период. Действие этого фактора, очевидно, связано с повышенной влажностью.

Действие второго по значимости фактора - временного

выражается в том, что с наступлением каждого нового сезона значение сопротивления изоляции двигателя становится меньше, чем в предыдущем сезоне, это, очевидно, связано со старением изоляции.

Из анализа данных мы видим, что минимальное сопротивление изоляции обмоток двигателей при определенных условиях составляет от 0,27 до 0,45 МОм, что меньше минимального предельно допустимого сопротивления изоляции в электроустановках, равного 0,5 МОм. Такие результаты говорят, что необходимо совершенствовать существующие устройства защиты электроустановок. Нами предлагается производить контроль сопротивления изоляции обмоток электрооборудования, т.к. его снижение является индикатором работоспособности оборудования и безопасности работы с ним.

Замеры производились на сельскохозяйственных предприятиях Брянской области, а именно УОХ «Кокино» и СПК «Элита» Севского района.

УДК 621.316.54:621.319

*Маркарянц Л.М., д.т.н., профессор,*

*Безик В.А., к.т.н., доцент,*

*Самородский П.А., аспирант*

*ФГОУ ВПО Брянская госсельхозакадемия*

## **КОМБИНИРОВАННОЕ УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ**

Применение УЗО для контроля токов утечки, которые появляются вследствие снижения сопротивления изоляции необходимо ввиду высокой опасности поражения электрическим током персонала и возможных дальнейших необратимых изменений изоляции.

Другим опасным аварийным режимом, являются токи короткого замыкания. Требования к аппаратам защиты от коротких замыканий во многом схожи с требованиями к УЗО.

Наиболее важное из них высокое быстродействие.

Учитывая, что короткие замыкания происходят нечасто, а при надлежащем контроле и своевременной сушке изоляции срабатывание УЗО будет происходить также нечасто, целесообразно объединить эти защиты. Современные УЗО рассчитаны не менее чем на 2000 защитных отключений, что значительно больше их возможных отключений даже при добавлении функции защиты от коротких замыканий.

На данной схеме представлено устройство контроля тока утечки и защиты от токов короткого замыкания. Контроль тока утечки выполняется при помощи дифференциального трансформатора, состоящего из ферромагнитного сердечника и обмоток 1-4 и обмотки 5 с исполнительным элементом Y.

Защита от токов короткого замыкания осуществляется при помощи обмоток 1- 4 дифференциального трансформатора, резисторов R2- R4 и диодов VD1-VD6.

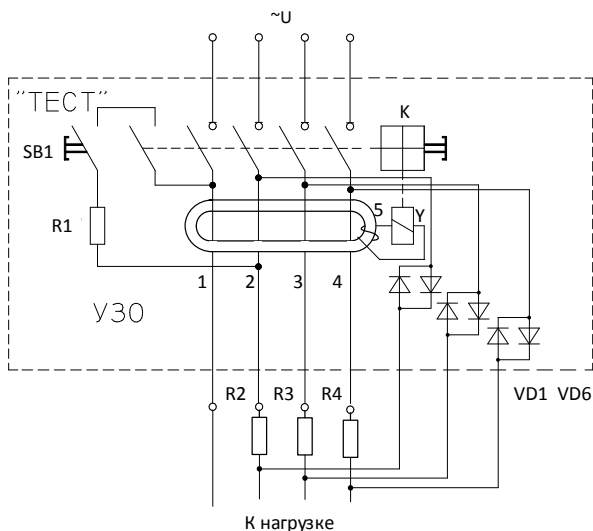


Рисунок 1- Комбинированное устройство защиты электрооборудования

Причиной возникновения токов утечки является именно

снижение сопротивления изоляции электроустановок, поэтому его и необходимо контролировать и отключать установку при низком его значении. Для упрощения обслуживания и снижения стоимости целесообразно применять комбинированные устройства.

Для однофазных цепей не является редкостью перенапряжения, вызванные не только аварийными ситуациями, но и низким качеством линий, что характерно для сельских сетей. Существующие способы защиты достаточно дороги и не всегда обладают необходимой надежностью.

Мы предлагаем комбинированное устройство защиты обладающее простой конструкцией, сравнительно низкой стоимостью, дополнительно с контролем сопротивления изоляции тока утечки во время работы электроустановки совмещающее в себе функции максимально токовой защиты и защиты от перенапряжений.

Устройство состоит из дифференциального трансформатора, состоящего из сердечника и обмоток 1, 2, 3, 4, ключа К, электромагнитного исполнительного органа У, резистора R2, необходимого для контроля тока установки, ограничительных резисторов R1, R3, кнопки SB1, диодов VD1, VD2 (рис.1).

Контроль сопротивления изоляции происходит следующим образом. При ручном замыкании ключа К ток нагрузки начинает протекать через катушки 1, 2. При отсутствии токов утечки магнитные потоки катушек 1 и 2, находящиеся в противофазе, компенсируют друг друга. Магнитный поток, образуемый катушкой 3  $\Phi_3$  мал для того, чтобы в катушке 4 образовалась электродвижущая сила (ЭДС) достаточная для срабатывания исполнительного механизма У.

При появлении токов утечки потоки катушек 1 и 2 не компенсируют друг друга, образуя в сердечнике поток  $\Phi_{12}$ , который направлен встречно потоку  $\Phi_3$ . При достижении током утечки порогового значения, происходит срабатывание исполнительного механизма У, который отключает нагрузку при помощи ключа К.

При уменьшении напряжения питания срабатывание устройства происходит при меньшем значении тока утечки, то есть можно считать выполняется приближенное соотношение

$$\frac{\Phi_3}{\Phi_{12}} = \frac{U_n}{I_y} = R_u \approx const, \quad (1)$$

где  $U_n$  – напряжение питания;  $I_y$  – ток утечки;  $R_u$  – сопротивление токам утечки.

Таким образом, устройство контролирует сопротивление токам утечки.

При повышении напряжения питания более чем на 10% магнитный поток  $\Phi_{12}$  превышает  $\Phi_0$ . Это приводит к срабатыванию исполнительного органа  $Y$  и отключению нагрузки. Таким образом осуществляется защита от перенапряжений.

При появлении повышенных токов в установке падение напряжения на последовательно соединенных резисторе  $R_2$  и первичной обмотке дифференциального трансформатора превышает напряжение открывания диодов  $VD_1, VD_2$ . По диодам протекает ток, минуя одну из двух первичных обмоток трансформатора, что равносильно появлению тока утечки. Поэтому происходит отключение установки.

Совмещение функций позволяет исключить дополнительные электронные компоненты и датчик напряжения, значительно упрощается конструкция, повышается надежность изделия. Предлагаемое устройство отличается простотой и надежностью, невысокой ценой, обеспечивает как защиту человека от поражения электрическим током, так и защиту электроустановки от аварийных режимов работы.

## Литература

1. ГОСТ Р 51328-99 «Устройства защитного отключения переносные бытового и аналогичного назначения, управляемые дифференциальным током, без встроенной защиты от сверхтоков (УЗО -ДП). Общие требования и методы испытаний».
2. Шкрабак В.С., Маркарянц Л.М. Классификация средств защиты отключающих устройств в электроустановках. Пути снижения травматизма в АПК России. С.П., 1998. с. 121-126.
3. Монаков В.К. УЗО. Теория и практика.- М.: «Энергоиздат», - 368с.
4. Патент № 94076. от 10.05.2010 г.

УДК 621.311

*Маркарянц Л.М., д.т.н., профессор,  
Никитин А.М., аспирант  
ФГУ ВПО «Брянская госсельхозакадемия*

## **ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ**

Использование возобновляющихся источников энергии всегда являлось важной проблемой у нас в стране. На первых этапах развития народного хозяйства России и до настоящего времени гидроэнергетика занимала одно из ведущих мест. Многие достижения научно-технического прогресса связаны с гидроэнергетическим строительством. Гидроэлектростанции (ГЭС) играют определяющую роль в электроэнергетических системах, обеспечивая покрытие пиков нагрузки и осуществляя резервные функции. Электростанции на основе новых (нетрадиционных) возобновляющихся ресурсов (солнце, ветер, геотермальная энергия, биомасса, энергия океана) приобретают в настоящее время большое значение, так как при этом экономится органическое топливо, обеспечиваются электроэнергией отдаленные и труднодоступные районы страны, сохраняются и рационально используются природные ресурсы.

Ресурсы возобновляемой энергии огромны и доступны каждой стране. Количество солнечной энергии, превышает энергию всех российских запасов нефти, газа, угля и урана. И это несмотря на то, что Россия обладает 40% мировых ресурсов природного газа, 30% угля и 13% нефти.

Электричество и жидкое топливо имеют первостепенное значение для жизни человечества, так как эти два источника энергии с учетом КПД представляют собой свободную энергию, которую можно превратить в работу.



При существующем уровне научно-технического прогресса энергопотребление может быть покрыто лишь за счет использования энергетического топлива (уголь, нефть, газ), гидроэнергии и атомной энергии на основе тепловых нейтронов. Однако, как считают специалисты и эксперты энергообеспечения, органическое топливо к 2020 году может удовлетворить запросы мировой энергетики лишь частично. Остальная часть энергопотребности может быть удовлетворена за счет других источников энергии (включая нетрадиционные возобновляющиеся), которые развиваются в настоящее время. К тому же следует отметить существенные неблагоприятные воздействия на окружающую среду (атмосферу, водные объекты, земельные ресурсы) крупной гидроэнергетики, тепловых и атомных станций.

Гидроэлектростанции как традиционные возобновляющиеся источники энергии отличаются рядом важных преимуществ (эксплуатационная экономичность, высокая маневренность, комплексность использования водохранилища, создание инфраструктуры и т.д.). Однако гидроэнергетические ресурсы даже при полном их использовании не могут удовлетворить будущие потребности в электроэнергии, к тому же ГЭС отрицательно воздействует на природную среду, особенно на земельные ресурсы.

Перспективное широкомасштабное использование атомной энергии (ядерные энергетические реакторы на тепловых нейтронах) также ограничено, так как достаточно подтвержденные и экономически оправданные для применения запасы урана в недрах земли будут исчерпаны уже к концу этого столетия. К тому же тепловое загрязнение водоемов, так как охладителей у них в 2-3 раза больше, чем у тепловых электростанций, опасность радиоактивного заражения создает трудноразрешимые проблемы не для одного поколения людей.

Следует отметить, что тепловая, атомная и термоядерная энергетика является добавляющими источниками энергии сверхсолнечной. Они способны вызвать тепловой перегрев окружающей среды с вытекающими отсюда глобальными экологическими последствиями, поэтому предел производства добавляющей энергии неизбежен в недалеком будущем. По предварительным расчетам предельно допустимая величина вырабатываемой на

Земле в течение года энергии не должна превышать 3-5 % от энергии, передаваемой на Землю солнцем. Увеличение на несколько градусов температуры нижних слоев атмосферы может привести к таянию ледников в Гренландии и Антарктиде и затоплению части суши, на которой проживают сейчас почти четвертая часть населения.

Предел энергопроизводства на Земле по экологическим условиям ограничен независимо от характера используемой энергии: он не должен превышать 1014 Вт по каждому виду энергии – добавляющей и недобавляющей. Необходимым условием поддержания экологического равновесия является равномерное распространение источников энергии по планете, в противном случае может произойти заметное изменения климата.

Отсюда можно сделать вывод о необходимости дальнейшего вовлечения в топливно-энергетический баланс, особенно в условиях нашей страны, всех возобновляющихся источников энергии, как традиционных, так и нетрадиционных. При этом особое внимание должно быть уделено нетрадиционным возобновляющимся источникам, относящимся к недобавляющимся видам первичной энергии (солнечная, ветровая, геотермальная и океаническая). К нетрадиционным следует отнести и энергию биомассы.

По всеобщему признанию специалистов западных стран эра «дешевой» энергии миновала. Развитые страны Запада на четверть сократили энергоемкость своего национального дохода. Их ответом на удорожание энергетического сырья стал «взрыв» энергосберегающих технологий. Несомненно, что одной из важнейших составляющих стратегии развития энергетики должно быть рациональное расходование топливно-энергетических ресурсов. Расчеты, проведенные для условий России, показывают, что экономия 10-15% энергии по капиталовложениям обходится потребителю в 2-3 раза дешевле, чем затраты на прирост ее производства и преобразование.

УДК 621.311

*Маркарянц Л.М., д.т.н., профессор,  
Лавров В.И., ст. преподаватель,  
Никитин А.М., аспирант  
ФГУ ВПО «Брянская госсельхозакадемия*

## **РАЗВИТИЕ НЕТРАДИЦИОННОЙ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ**

Общая мощность установок возобновляемой энергетики в 2000 году оценивается в 130 ГВт и в 2010 г. рост до 380 ГВт, средние темпы роста - 10-15% в год. Особенно бурно развиваются ветроэнергетика и фотоэнергетика, темпы роста в которой соответствуют 25-30% в год к уровню 2000 года. По уточненным данным общая установленная мощность, например, ветроустановок в мире в 2000 году достигла 17,5 ГВт.

По решению Евросоюза удельный вес возобновляемых источников энергии (ВИЭ) к 2010 году составил 12 % против 6% в 2000 году. Удельный вес в общем энергопотреблении в 2010 году составил 22 %. А по прогнозам нескольких крупных ученых к 2050 году доля ВИЭ достигнет 50 % от общего энергопотребления.

Существует ли необходимость использования возобновляемых источников энергии в России? Всем известно, что Россия является очень богатой страной, имея около 2,5 % населения от населения земного шара, страна обладает порядка 30 % всех геологических запасов энергоресурсов. И тем не менее, в России имеется настоятельная необходимость и экономическая целесообразность уже сейчас использовать эти источники по крайней мере для решения трех актуальных проблем.

Первая из них – это энергообеспечение районов Крайнего Севера и удаленных от централизованного энергоснабжения районов. В этих районах проживает около 10 млн. человек.

Вторая проблема – это повышение надежности энергоснабжения регионов с неустойчивым централизованным энергоснабжением, которая наблюдается в дефицитных энергосистемах. Таких энергосистем у нас около 50. Всем известные постоянные «веерные» отключения электроэнергии охватывают юг России, Восток, Среднюю Россию, не говоря уже о Приморье. В этих регионах проживает около 15 млн. человек.

Третья проблема состоит в том, что в ряде городов и населенных пунктов складывается крайне неблагоприятная экологическая обстановка, особенно это нетерпимо в зонах отдыха, когда каждый санаторий имеет свою котельную, которая коптит, как правило, загрязняет воздух.

Теме не менее, ситуация такая, что Россия катастрофически отстает по объему замещаемого органического топлива, объем которого оценивается в 2 млн. т. условного топлива. Существует 4 группы проблем, которые препятствуют широкому внедрению и достаточно хорошему отношению к этой отрасли – НВИЭ.

Прежде всего – психологический барьер. Переломить психологию, что мы богатая страна, что нам не надо этим заниматься, чрезвычайно трудно. Вся наша инфраструктура, все наши государственные органы, все министерства нацелены на использование газа, нефти, угля, атомной энергетики, а возобновляемой энергией всерьез на административном государственном уровне никто не занимается. Очень вредит привычка к гигантизму: энергетики привыкли только к огромным мощностям 200 –1000 МВт. Заниматься киловаттными установками они считают бесполезной тратой времени. Но этот барьер уже начинает преодолеваться. Одним из главных является экономический барьер. Это выражается в том, что у нас практически почти неплатежеспособный спрос, отсутствуют государственные меры поддержки, отсутствуют поставленные государством конкретные цели по достижению рубежей, которые бы давали ориентировку промышленным кругам. Особо следует остановиться на законодательном барьере. Многие вероятно знают, что в 1999 г. Государственная Дума приняла закон «О роли государства в

сфере использования возобновляемых источников энергии», но закон был заблокирован администрацией президента Ельцина.

Солнечная энергия. Гелиоэнергетика получение электрической или тепловой энергии за счет солнечной энергии, одно из самых перспективных направлений нетрадиционной энергетики. По наиболее оптимистичным прогнозам, к 2020 г. Г. будет давать от 5 до 25% мирового производства энергии. Различают два основных варианта Г.: физический и биологический. При физическом варианте Г. энергия аккумулируется солнечными коллекторами, солнечными элементами на полупроводниках или концентрируется системой зеркал. Солнечные коллекторы широко применяются в Японии, Израиле, Турции, Греции, на Кипре, в Египте для нагревания воды и отопления. Ряд предприятий РФ изготавливают несколько типов солнечных сушилок для сельскохозяйственных продуктов, которые позволяют сократить затраты энергии на единицу сухого продукта на 40%. Выпускаются в РФ и усовершенствованные плоские солнечные коллекторы и комплексные водонагревательные установки. Солнечные элементы (фотоэлектрические преобразователи, ФЭП) широко используются в космических аппаратах. Однако более экономична Г. с использованием системы зеркал, которые нагревают масло в трубах солнечных электростанций (СЭС). Энергия, получаемая на СЭС, в 5—7 раз дешевле, чем энергия ФЭП.

При биологическом варианте Г. используется солнечная энергия, накопленная в процессе фотосинтеза в органическом веществе растений (обычно в древесине). Количество диоксида углерода, которое выделяется при сжигании растительной массы, равно его усвоению при росте растений (так называемые «суммарные нулевые выбросы»). Австрия планирует в ближайшие годы получать от сжигания древесины до 1/3 необходимой ей электроэнергии. Для этих же целей в Великобритании планируется засадить лесом около 1 млн. га земель, непригодных для сельскохозяйственного использования. Высаживаются быстрорастущие породы, такие, как тополь, срезку которого производят уже через 3 года после посадки. В Бразилии из отходов сахарного тростника получают этиловый спирт, который используют в качестве топлива; в США работают электростанции, сжигающие отходы кукурузы. Биологическим вариантом Г. яв-

ляется получение биогаза, а также швельгаза, который образуется при термической обработке (пиролизе) органических бытовых отходов в специальных установках, где они в анаэробных условиях нагреваются до температуры 400–700оС. (В этом случае затрачивается некоторое количество тепловой энергии из традиционных источников.)

Использование солнечной энергии для производства горячей воды в целях горячего водоснабжения и отопления (солнечные коллекторы), в том числе солнечные приставки к котельным эффективны на всей территории. Удельная экономия электроэнергии (кВт.час/м<sup>2</sup> солнечного коллектора) при замене электронагревателей равна 470 – 650 Гкал.

Ветровая энергия. Развитие ветровой энергетики продолжается с ориентацией на сельское хозяйство и небольших, локальных и удаленных потребителей. Ведется производство ветряков небольшой мощности для эксплуатации в основном в качестве источников энергии для изолированных потребителей. В области крупномасштабной ветровой энергетики разрабатываются проекты агрегатов мощностью 100 и 250 кВт. За последние двадцать лет в России было выполнено большое количество региональных исследований по оценке ветрового режима и ветроэнергетических ресурсов.

Одной из основных величин характеризующей потенциал ветровой энергии, является среднегодовая скорость ветра, которая в регионах достигает 4-5 м/с и более. Эффективность применения ветроэлектрических установок (ВЭУ) зависит от их мощности, для роста которой требуется среднегодовая скорость. Интегральной характеристикой эффективности использования ВЭУ является число часов использования установленной мощности. Положительный экономический эффект от работы ВЭУ следует ожидать при 2000 и более часов использования установленной мощности.

Биоэнергетика. Биомасса - термин, объединяющий все органические вещества растительного и животного происхождения. Биомасса делится на первичную (растения, животные, микроорганизмы и т.д.) и вторичную - отходы при переработке первичной биомассы и продукты жизнедеятельности человека и животных. В свою очередь отходы также делятся на первичные

- отходы при переработке первичной биомассы (солома, ботва, опилки, щепа, спиртовая барда и т.д.) и вторичные - продукты физиологического обмена животных и человека.

Технический потенциал биомассы (лесосечные отходы, навоз) по предварительным расчетам составляет 30 тыс. тонн условного топлива (т.у.т.) без свалок (твердых отходов).

Наши предки бережно относились к окружающей среде, приспособившись к ней, так как она являлась источником средств существования. Определенные правила использования природных ресурсов имели практическую основу (сезонный запрет охоты, рыбной ловли и сбора плодов). Всё это подкреплялось культовым отношением к окружающему миру.

Таким образом, одним из путей решения современных проблем сельского хозяйства Брянской области может быть обращение к некоторым способам традиционного природопользования как наиболее дешевым и экологически чистым.

Использование достижений науки и современных технологий будет повышать привлекательность традиционного природопользования с экономической точки зрения.

Малая Гидроэнергетика. Мы рассмотрим возможности производства энергии при помощи малых ГЭС и микро-ГЭС (МГЭС). В российской практике под микро-ГЭС подразумевают станции мощностью до 100 кВт, а под малыми — общей установленной мощностью до 30 МВт с мощностью единичного гидроагрегата до 10 МВт и диаметром рабочего колеса гидротурбины до 3 м.

Как считают эксперты, подобная классификация затрудняет расчет валового энергетического потенциала малой гидроэнергетики, поскольку не позволяет определить технические параметры гидроэлектростанции. При этом под валовым потенциалом ВИЭ понимается его средний годовой объем, содержащийся в данном ресурсе, при полном его превращении в полезную энергию. На эту проблему следует обратить внимание, поскольку все расчеты потенциала возобновляемых энергоресурсов базируются на моделях и методиках, определяющих точность конечного результата, а значит и эффективность применения конкретного энергоресурса в конкретных условиях.

Среди экономических, экологических и социальных преимуществ объектов малой гидроэнергетики можно назвать следующие. Их создание повышает энергетическую безопасность региона, обеспечивает независимость от поставщиков топлива, находящихся в других регионах, экономит дефицитное органическое топливо. Сооружение подобного энергетического объекта не требует крупных капиталовложений, большого количества энергоемких строительных материалов и значительных трудозатрат, относительно быстро окупается. Кроме того, есть возможности для снижения себестоимости возведения за счет унификации и сертификации оборудования.

В процессе выработки электроэнергии ГЭС не производит парниковых газов и не загрязняет окружающую среду продуктами горения и токсичными отходами, что соответствует требованиям Киотского протокола. Подобные объекты не являются причиной наведенной сейсмичности и сравнительно безопасны при естественном возникновении землетрясений. Они не оказывают отрицательного воздействия на образ жизни населения, на животный мир и местные микроклиматические условия.

УДК 628.473

*Панов М.В. ст. преподаватель  
ФГОУ ВПО «Брянская госсельхозакадемия»*

## **ВЫЯВЛЕНИЕ ДОМИНИРУЮЩИХ ФАКТОРОВ ПРИ КОМПСТИРОВАНИИ НА ЭТАПЕ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА**

Компостирование — способ приготовления органических удобрений с целью обезвреживания бытовых, сельскохозяйственных и некоторых промышленных отходов и отходов, основанный на разложении органических веществ под влиянием микроорганизмов. Компост - удобрение, получаемое в результате разложения различных органических веществ под влиянием



деятельности микроорганизмов [3].

Существуют следующие виды компостов: компост из навоза, торфяные компосты, навозноземляные и дерновонавозные компосты, компосты из бытовых отходов и отходов сельскохозяйственного производства, компосты с использованием дождевых червей. Эффективность компостирования зависит от активности микроорганизмов, которые нуждаются в источнике углерода для получения энергии и биосинтеза, а также в источнике азота для синтеза белков. При компостировании потребности в углероде и азоте удовлетворяются за счет исходного состава органических отходов. Органические отходы богатые азотом называются «зелеными» субстратами. А органические отходы богатые углеродом – «коричневыми» субстратами. К «зеленым» субстратам относятся овощные и пищевые отходы, скошенная трава, навоз, садовые обрезки, зеленые листья, яичная скорлупа, чайные листья. К «коричневым» субстратам – древесная щепа и опилки, измельченные дворовые отходы, сосновая и еловая хвоя, солома и сено, сухая трава и сухие листья, измельченная бумага [2].

Существенными факторами при компостировании являются следующие: размер частиц и влажность исходного сырья, значение рН, температура и аэрация органики в процессе компостирования. Кислотность является наиболее важным показателем состояния компостного бурта. При компостировании значения рН должны находиться в пределах от 5,5 до 9,0. Наиболее эффективно компостирование протекает в диапазоне от 6,5 до 9,0. При снижении значений рН до 4,5 возрастает кислотность компоста, и активность микроорганизмов снижается. Увеличение рН до необходимых значений может обеспечить аэрация компостного бурта. При отсутствии кислорода начинается анаэробный процесс, который легко определить по гнилостному запаху от компоста [6].

Аэрация может быть как пассивной, так и принудительной. Кроме насыщения компостной массы кислородом, она выполняет и другие функции. При аэрации удаляется диоксид углерода и теплота, образующиеся в процессе жизнедеятельности микроорганизмов. Но аэрация приводит к высушиванию компостируемой массы, а для жизнедеятельности микроорганизмов необходима

вода. Оптимальное содержание влаги определяется значениями 50-65%. При влажности менее 30% подавляется микробиологическая активность и при влажности менее 20% она прекращается. Влажность более 65% препятствует проникновению воздуха в компостный бурт, заполняя пустоты водой [3].

Так же одним из основных показателей компостирования является температура в компостном бурте. Она начинает подниматься через несколько часов с момента закладки субстрата и меняется в зависимости от стадий компостирования. При температуре выше 40°C гибнут мезофильные бактерии и начинают размножаться термофильные. В процессе компостирования температура разогрева может достигать 70°C, после чего наступает подавление жизнедеятельности микроорганизмов. Наилучшими условиями для образования компоста являются температурный предел от 35 до 70°C [1].

Микробная активность проявляется на поверхности органических частиц, поэтому размер закладываемых органических частиц должен предупреждать слипание частиц, ухудшающее циркуляцию воздуха в компостном бурте. Оптимальный размер частиц для механизированных установок с перемешиванием и принудительной аэрацией - около 12 мм. Для неподвижных куч с естественной аэрацией – 50 мм [5].

Для выявления доминирующих факторов применен метод ранговой корреляции с предварительной обработкой собранных анкетных данных от экспертов. В качестве экспертов выступили специалисты, занятые в области компостирования.

Анкетные данные содержали такие факторы процесса компостирования, как влажность сырья ( $X_1$ ), время компостирования ( $X_2$ ), кислотность сырья ( $X_3$ ), объем бурта ( $X_4$ ), размер частиц ( $X_5$ ), состав сырья ( $X_6$ ), температура ( $X_7$ ) и плотность компоста ( $X_8$ ).

Каждый фактор имел ряд градаций (рангов). Наиболее значимому фактору присваивался ранг 1, менее значимому – ранг 8. Если эксперт считал, что несколько факторов равнозначны, то им присваивался одинаковый ранг. На основании данных анкетного опроса была составлена сводная матрица рангов. Так как в матрице имелись связанные ранги, было произведено их переформирование.

Показатель рейтинговой оценки  $D_j$  определялся по формуле

$$D_j = \sum_{i=1}^m X_i - \frac{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m X_{ij}}{n} \quad (1)$$

$$S = \sum_{j=1}^n D_j^2 \quad (2)$$

где  $m$  – число опрашиваемых экспертов;

$n$  – число факторов процесса компостирования;

$S$  – сумма квадратов отклонений суммы рангов каждого фактора от среднеарифметического ранга;

$X_{ij}$  – ранг  $j$ -го фактора у  $i$ -го работника.

Проверка правильности составления матрицы проведена на основе исчисления контрольной суммы

$$\sum_{j=1}^n X_j = \frac{(1+n)n}{2} = \frac{(1+8)8}{2} = 36 \quad (3)$$

Суммы всех столбцов матрицы равны между собой и контрольной сумме, следовательно, матрица составлена правильно.

Согласно условиям ранжирования фактор с наименьшей суммой рангов имеет наибольшую значимость, а фактор с наибольшей суммой рангов оценивается как наименее важный [4].

Из графика распределения сумм рангов (рис. 1) видно, что, чем ближе значения сумм рангов к прямой, тем более согласовано мнение экспертов.

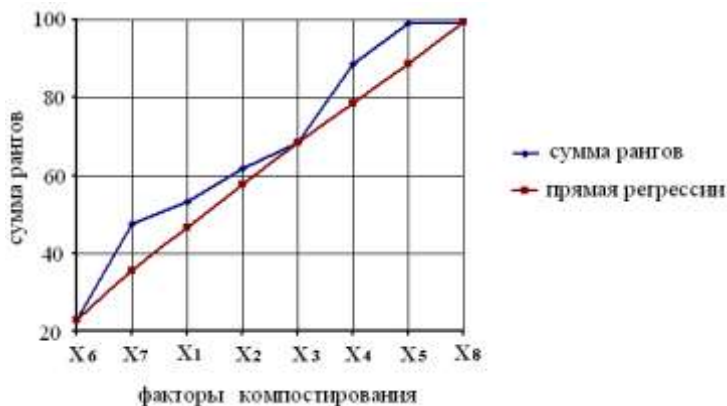


Рисунок 1 – Распределение сумм рангов факторов неблагоприятных факторов

Полученные оценки факторов можно считать достаточно надежными только при условии хорошей согласованности экспертов, для чего производится обобщение мнений опрашиваемых экспертов (оценка средней согласованности мнений) путем вычисления коэффициента конкордации  $W$ . Коэффициент конкордации может принимать значения от 0 (при отсутствии согласованности) до 1 (при полной согласованности мнений).

Поскольку в матрице имеются связанные ранги, то коэффициент конкордации  $W$  рассчитывается по формуле [4]

$$W = \frac{S}{\frac{1}{12}m^2(n^3 - n) - m \sum_{i=1}^m T_i} \quad (4)$$

при этом

$$T_i = \frac{1}{12} \sum_{j=1}^n (\dot{a}^3 - \dot{a}) \quad (5)$$

где  $W$  – коэффициент конкордации;

$T_i$  – величина, определяемая для каждой графы, где имеются связанные ранги, а затем суммируемая;

12 – постоянная величина в формуле расчета коэффициента

циента конкордации;

$D_j$  – показатели рейтинговой оценки;

$m$  – число работников;

$n$  – число неблагоприятных факторов;

$a$  – число связанных рангов в каждом столбце матрицы рангов.

$$\sum_{i=1}^m T_i = 10,5$$
$$W = \frac{5129,5}{\frac{1}{12} 15^2 (8^3 - 8) - 15 \cdot 10,5} = 0,55$$

Значение  $W=0,55$  говорит о наличии определенной степени согласованности мнений работников. Существенность значения коэффициента конкордации устанавливаются с помощью критерия  $\chi^2$  (распределение Пирсона), который вычисляется по следующей формуле (при наличии связанных рангов) [4]

$$\chi^2 = \frac{S}{\frac{1}{12} m \cdot n \cdot (n+1) - \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^m T_i} \quad (6)$$

Значение  $\chi^2$  сравнивают с его табличным значением для соответствующего числа степеней свободы  $k = n-1$  (числа данных факторов из выборки, значения которых могут быть случайными) и при заданном уровне достоверности  $p=0,05$  (надежность 95%). По таблице критических точек распределения Пирсона по уровню значимости  $p=0,05$  и числу степеней свободы  $k=8-1=7$  находим критическую точку  $\chi_{2\text{табл}}(0,05;7) = 14,07$

При  $\chi_{2\text{расч.}} > \chi_{2\text{табл.}}$  степень согласия между работниками не вызывает сомнения.

$$\chi^2 = \frac{5129,5}{\frac{1}{12} 15 \cdot 8 \cdot (8+1) - \frac{1}{8-1} \cdot 10,5} = 57,96$$

Таким образом,  $\chi_{2\text{расч.}}=57,96$ . При  $\chi_{2\text{расч.}} > \chi_{2\text{табл.}}$  степень согласия между экспертами не вызывает сомнения. Так как  $\chi_{2\text{расч.}} = 9,96 > \chi_{2\text{табл.}} = 14,07$  то значение  $W = 0,55$  есть величина, которая действительно характеризует наличие достаточно высокой степени согласованности мнений экспертов

В результате проведенного исследования можно сделать вывод о том, что доминирующими факторами в процессе приготовления компоста являются состав сырья, влажность, кислотность и время. Несмотря на расхождение мнений экспертов (рис. 1), температурный параметр имеет существенное значение, так как он определяет направленность процесса компостирования и влияет на фильтрацию патогенных микроорганизмов. В тоже время температура не является начальным (входным) параметром, таким как кислотность и влажность, но так как компостирование является биотермическим процессом распада органических веществ, то наилучшей оценкой биохимических превращений будут являться следующие температурные зависимости:  $t(\text{pH})$  – от кислотности и  $t(\text{H})$ - от влажности. В свою очередь кислотность и влажность являются функциями времени. Объем бурта и размер частиц являются переменными факторами и при различных условиях могут сыграть как положительную, так и отрицательную для компостирования роль.

## Литература

1. Войтович, И.В. Комплексное агрохимическое окультуривание полей. // Химия в сельском хозяйстве, 1983 - Т. 21 - №10.
2. Ковалев, Н.Г. Органические удобрения в XXI веке (био конвертация органического сырья) / Н.Г. Ковалев, И.Н. Барановский. – Тверь, Чудо, 2006. -302 с.
3. Мамченков, И.П. Компосты, их приготовление и применение [Текст].- М.: Сельхозиздат, 1962.- 80 с.
4. Мельников, СВ. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов [Текст] /С.В.Мельников, В.Р. Алешин, П.М. Рошин.- Л.: Колос, 1980. - 168 с
5. Шаланда, А.В. Биотехнологии в Сельском Хозяйстве [Текст]/Искусство и наука компостирования. Часть 1, 2009.

6. Ягодин, Б. А. Агрохимия [Текст] - М.: Мир, 2004. – 584 с. ISBN: 5-03-003615-6.

УДК 620.193.5

*Паришутин В.В., Пасинковский Е.А., Парамонов А.М,  
Коваль А.В., Чернышева Н.В.  
Институт прикладной физики АН Республики Молдова*

## **РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ МЕТАЛЛОВ ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ ПРИ АНОДНОМ ЭЛЕКТРОЛИТНОМ НАГРЕВЕ**

**Введение.** Износостойкость и коррозионностойкость деталей, прежде всего, определяются свойствами поверхностных или близлежащих слоев. Поэтому не всегда есть необходимость в металлургическом изготовлении сплава, обладающего такими свойствами. Проще различными способами создать конверсионный поверхностный слой с заданными параметрами. В этом случае удобно использовать такой процесс, как химико-термическая обработка при анодном электролитном нагреве [1-5].

Электролитические металлические покрытия используются как декоративные (с применением коррозионностойких компонентов) и для восстановления изношенных поверхностей деталей машин [6]. Однако защитно-декоративными свойствами покрытия не обладают, коррозионная стойкость их невысока, в атмосфере

влажного воздуха электролитическое железо окисляется.

Данная работа посвящена разработке новых способов увеличения физико-механических и коррозионных свойств гальванических покрытий и стальных поверхностей.

**Методика исследований.** Химико-термической обработке в электролитах подвергались образцы из стали 45 диаметром 15 мм и высотой 10 мм. Процесс обезуглероживания стали и формирования плотной сплошной оксидной пленки проводили в известном [7] электролите, содержащем хлористый аммоний  $\text{NH}_4\text{Cl}$  - 50 г/л (электролит I) и в разработанном электролите (г/л):  $\text{NH}_4\text{Cl}$  - 50, гидросиламин  $\text{NH}_2\text{OH}$  0,05-0,1, гидразинхлорид  $\text{N}_2\text{H}_4\cdot\text{HCl}$  0,1-1,0, остальное – вода (электролит II) [8]. Деталь присоединялась к аноду источника тока, напряжение между электродами 220 В, плотность тока 2 А/см<sup>2</sup>, время обработки до 5 минут. После окончания процесса электролитного нагрева в первом случае деталь охлаждали в электролите, а во втором – образец, находящийся под током, вынимали из ванны, выключали ток и сразу же опускали в закалочную среду (раствор  $\text{NaOH}$  концентрацией 50-100 г/л).

Гальванические покрытия осаждали из хлоридного электролита железнения, содержащего: хлорид  $\text{Fe(II)}$  ( $\text{FeCl}_2\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) – 400 г/л и соляную кислоту ( $\text{HCl}$ ) до  $\text{pH}=1,0-1,2$ . Анодом служила пластина из малоуглеродистой стали. Образцы подвергали анодной обработке в электролите железнения при плотности анодного тока  $i_a=50-60$  А/дм<sup>2</sup> и температуре 60 °С в течение 1 минуты. промывкой в горячей воде. Осаждение вели при плотности катодного тока  $i_k=10$  А/дм<sup>2</sup>.

Анодную химико-термическую обработку образцов с гальваническими покрытиями проводили в нашатырно-аммониево-нитратном электролите [2], содержащем, (вес. %):  $\text{NH}_4\text{Cl}$  - 11,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  -11 (электролит III), и в разработанном электролите, содержащем, г/л: хлористый аммоний  $\text{NH}_4\text{Cl}$  - 75, азотнокислый аммоний  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  - 50, нитрит натрия  $\text{NaNO}_2$  - 15, мочевины  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  - 15 (электролит IV)[9]. Если раньше [3] для окисления поверхности образца мы вводили дополнительную операцию – закалку в растворе нитрита натрия концентрацией 20-30 г/л, то в данном случае мы ввели его в сам электролит, а закалку образца проводили непосредственно в электролите.



Напряжение на электродах составляло 200 В, плотность тока - 2,5 А/см<sup>2</sup>, а время обработки - 5 минут.

Коррозионное поведение оценивали по скорости коррозии, а также по потенциодинамическим поляризационным кривым (4 мВ/с) и значениям токов анодного растворения, снятым на потенциостате ПИ-50-1.1 в 0,05 М растворе Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Стационарные потенциалы замеряли в стандартной ячейке относительно хлоридсеребряного электрода, а потом пересчитывали на нормальную водородную шкалу. Микротвердость модифицированного слоя определяли на приборе ПМТ-3 при нагрузке 0,2Н. Содержание углерода определяли с помощью химического и локального рентгеноспектрального анализом.

**Результаты эксперимента и их обсуждение.** Испытания показали (табл. 1 и 2), что химико-термической обработка стали в электролите II, содержащем NH<sub>4</sub>Cl, NH<sub>2</sub>OH и N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>·HCl и дополнительная закалка в растворе едкого натра снижают токи анодного растворения по сравнению с известным электролитом I, содержащем 50 г/л NH<sub>4</sub>Cl, при потенциалах φ= -0,1 В (при концентрации едкого натра 75 г/л) в 2,1 и 3,3-8 раза, а при φ=0,1 В – в 6,2 и 13,5 - 25,9 раза. При этом содержание углерода в поверхностном слое уменьшается почти вдвое, а микротвердость растёт с 5600 до 5900-5990 МПа. Последнее свидетельствует об увеличении нитридного слоя. Скорость коррозии уменьшается при 8 часах испытаний в 1,4 - 2,5 раза, при 24 часах – в 1,4 - 2 раза, при 72 часах – в 1,8 - 2,4 раза. Видно, что максимальное снижение скорости коррозии наблюдается при окислении в растворе едкого натра более высокой концентрации. Однако использование концентрации ниже 50 г/л не даёт ожидаемого результата, а при концентрации более 100 г/л коррозионная стойкость конверсионных покрытий, практически не увеличивается, зато возрастает опасность для обслуживающего персонала.

Таблица 1 - Влияние вида обработки на токи анодного растворения в растворе 0,05 М Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Способ обработки	I <sub>а</sub> , А/м <sup>2</sup> при φ= -0,1 В	I <sub>а</sub> , А/м <sup>2</sup> при φ=0,1 В
Необработанный	168	308
В электролите I	65,2	290
В электролите II	31,4	46,7

С дополнительным окислением в растворе едкого натра		
Концентрация 50 г/л	19,8	21,5
Концентрация 75 г/л	9,7	14,9
Концентрация 100 г/л	8,1	11,2

Таблица 2- Влияние вида обработки и времени испытаний в 0,05М растворе  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  на содержание углерода в поверхностном слое, микротвердость поверхности и скорость коррозии образцов

Электролит	Способ охлаждения	Микротвердость $H_{\mu}$ , МПа	Содержание С, вес. %	Скорость коррозии $k$ , $\text{г/м}^2 \cdot \text{сут.}$		
				8ч	24ч	72ч
I	в электролите	5600	0,28	25,4	8,3	5,8
II		5900	0,16	18,1	5,8	3,2
	в едком натре 75 г/л	5990	-	10,3	4,1	2,4

Испытания показали (таблица 3), что электролитические покрытия имеют большую коррозионную стойкость по сравнению со сталью благодаря отсутствию в них электрохимически активного карбида железа. При этом токи анодного растворения уменьшаются с 34,07 до 20,2  $\text{А/см}^2$ , потенциал коррозии облагораживается на 340 мВ, а скорость коррозии, например, при 8 часах испытаний уменьшается с 26,0 до 21,01 ( $\text{г/м}^2 \cdot \text{сут.}$ ).

Обработка в предложенном электролите IV приводит к некоторому облагораживанию потенциала коррозии стали с - 0,073 до -0,026 В по сравнению с электролитом III, снижению токов анодного растворения с 8,02 до 5,1  $\text{А/см}^2$  и снижению скорости коррозии при 8 часах испытаний с 17,1 до 14,2 ( $\text{г/м}^2 \cdot \text{сут.}$ ). При этом микротвердость поверхности возрастает от 4120 до 5500 МПа, что свидетельствует об образовании большего количества нитридов в поверхностном слое по сравнению с известным электролитом III.

Химико-термическая обработка железных электролитических покрытий в предложенном электролите IV по сравнению с электролитом III облагораживает потенциал с +0,255 до +0,310 мВ, снижает токи анодного растворения с 6,15 до 2,7  $\text{мА/см}^2$  и уменьшает скорость коррозии при 24 часах испытаний с 5,3 до 3,1 ( $\text{г/м}^2 \cdot \text{сут.}$ ). Это происходит благодаря большому числу нитридов, образующихся в поверхностном слое образца и более сплошной и плотной оксидной пленке, образующейся на образ-

це при закалке.

Таблица 3 - Значение потенциала коррозии  $\varphi_{кор}$ , плотности тока анодного растворения  $i_a$  и скорости коррозии  $k$  при испытании образцов из стали 45 с различной обработкой: числитель – электролит 3, знаменатель – предложенный электролит IV. Испытания в 0,05M растворе  $Na_2SO_4$

Сталь	$\varphi_{кор}$ , В	$i_a$ , мА/см <sup>2</sup> при $\varphi=+0,3$ В	Скорость коррозии $k$ , г/м <sup>2</sup> сут.		
			8ч	24ч	72ч
без покрытия и термообработки	-0,440	34,07	26,0	16,0	10,4
без покрытия, азотированная	$\frac{-0.073}{-0.026}$	$\frac{8.02}{5.1}$	$\frac{17.1}{14.2}$	$\frac{8.3}{7.2}$	$\frac{4.3}{2.7}$
	$\frac{+0.100}{+0.150}$	20,2	21,01	12,4	8,2
железненная и азотированная	$\frac{+0.255}{+0.310}$	$\frac{6.15}{2.7}$	$\frac{13.6}{9.2}$	$\frac{5.3}{3.1}$	$\frac{6.3}{4.2}$

Потенциодинамические поляризационные кривые показывают, что активнее всего растворяется необработанная сталь 45. Сталь, покрытая электролитическим железом, растворяется существенно медленнее. Однако химико-термическая обработка стали уже в известном электролите I приводит к снижению токов почти на два порядка, а обработка в предложенном электролите II ещё уменьшает токи не менее, чем в 5 раз. Если после химико-термической обработки стали в электролите II её подвергнуть дополнительному окислению в растворе едкого натра концентрацией 100 г/л, то потом токи ещё уменьшатся. Минимальные токи достигаются на стали после железнения и химико-термической обработки в предложенном электролите IV.

**Выводы:** Таким образом, разработаны новые способы повышения коррозионной стойкости сталей и гальванических покрытий химико термической обработкой при анодном процессе электролитного нагрева, позволяющие существенно её увеличить у деталей машин, инструмента и технологической оснастки и повысить их рабочий ресурс.

## Литература

1. Ревенко В.Г., Паршутин В.В., Шкурпело А.И. и др. Коррозионное и электрохимическое поведение стали 40X после

различных вариантов азотирования // Защита металлов. 2003. Т. 39. №1. С. 53-56.

2. Паршутин В.В., Ревенко В.Г., Пасинковский Е.А. и др. Влияние способа ввода азота на электрохимическое, коррозионное поведение и физико-механические свойства модифицированной поверхности сталей // Электронная обработка материалов, 2004. №4. С. 14-33.

3. Паршутин В.В., Пасинковский Е.А. Повышение коррозионной стойкости сталей химико-термической обработкой в электролитах // Электронная обработка материалов, 2007. №6. С. 26-28.

4. Parshutin V.I., Pasincovschi E., Agafii V., Covali A. Methods of corrosion resistance increasing of iron-based electroplates // Corrosion and anticorrosive protection. 2009. №1. P. 51-59.

5. Паршутин В.В., Пасинковский Е.А., Парамонов А.М. и др. Влияние химико-термической обработки на физико-механические свойства модифицированных поверхностей сталей // Труды ГОСНИТИ. Том 105. - Москва. - 2010. С.180-185.

6. Петров Ю.Н., Гурьянов Г.В., Бабанова Ж.И. и др. Электролитическое осаждение железа. Кишинев: Штиинца, 1990.

7. Авторское свидетельство СССР, № 969761.

8. Патент Молдовы №192.

9. Патент Молдовы №336.

УДК 621.3 1

*Петракова Н.В., к.п.н., доцент,*

*Тенютин М.Ю., студент*

*ФГОУ ВПО «Брянская госсельхозакадемия»*

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ СЕТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**

Задача заключается в определении оптимальной схемы электроснабжения потребителей, т.е. от каких подстанций и какую мощность нужно передавать к каждому потребителю. На

стадии проектирования электрических сетей обычно известны мощности потребителей и возможности источников (центров) питания (подстанций), а также расстояния от подстанций до потребителей электрической энергии.

Для данных условий в математической модели электро-снабжения предприятий ограничения можно представить в виде:

$$\sum_{j=1}^n I_{ij} = I_i \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^m I_{ij} = I_j$$

где  $I_{ij}$ ,  $i = \overline{1, m}$ ,  $j = \overline{1, n}$  – мощность  $j$ -го потребителя с  $i$ -й подстанции;

$I_j$  – суммарная мощность  $j$ -го потребителя;

$I_i$  – суммарная мощность  $i$ -й подстанции.

Полученные выражения уже показывают возможность свести поставленную задачу к транспортной. Как правило, номинальная мощность подстанции больше суммы мощностей  $n$  потребителей, питающихся от данной подстанции

$$I_i > \sum_{j=1}^n I_{ij}, \quad i = \overline{1, m}$$

Следовательно, имеет место открытая транспортная задача. Для приведения к закрытой транспортной задаче введем фиктивный пункт потребления с необходимой мощностью и нулевым расстоянием от пункта питания. В качестве критерия оптимальности принимают минимум приведенных затрат на сооружение и эксплуатацию электрической сети:

$$Z_{np} = C_s + E_n K,$$

где  $C_{\circ} = 3\gamma I^2 R \tau 10^{-3}$  – стоимость потерь электроэнергии в проводах ЛЭП, руб./год;

$\gamma$  – отпускная цена кВт-ч электроэнергии, руб./кВт.-ч;

$I$  – мощность в фазе ЛЭП, А;

$R = \rho l / q$  – сопротивление материала провода, Ом мм/м;

$l$  – длина участка, км;

$\tau$  – количество часов в году, час/год;

$K = (a + bq)l$  – капитальные вложения, руб.;

$a, b$  – расчетные коэффициенты;

$q$  – сечение проводов ЛЭП, мм<sup>2</sup>;

$E_n$  – нормативный коэффициент капитальных вложений.

Если выбор проводов ЛЭП выполнять по экономической плотности тока –  $i_{\circ}$ , А/мм<sup>2</sup>, то  $I = i_{\circ} q$ . Тогда

$$C_{\circ} = 3\gamma I(q) \left( \frac{\rho l}{q} 10^3 \right) \tau 10^{-3} = 3\gamma i_{\circ} \rho \tau l = \alpha l - \text{постоянный}$$

коэффициент, где  $\alpha = 3\gamma i_{\circ} \rho \tau$ .

Таким образом, затраты для участка длиной  $l$  равны:

$$Z_{np} = \alpha l + l E_n (a + bI / i_{\circ}) = \beta_1 l + \beta_2 l,$$

$$\text{где } \beta_1 = \alpha + E_n b / i_{\circ}, \quad \beta_2 = E_n a.$$

Целевая функция для  $n$  участков будет:

$$z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \beta_1 l_{ij} I_{ij} + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \beta_2 l_{ij}$$

Для достижения экстремального значения целевой функции достаточно минимизировать ее первый член (причем коэффициент можно не учитывать):

$$z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n l_{ij} I_{ij} \rightarrow \min \quad (2)$$

Итак, задача сведена к транспортной и может быть решена в программе Microsoft Excel с помощью Поиска решения.

Рассмотрим пример выбора схемы электроснабжения. В районе электрических сетей имеется четыре потребителя электроэнергии: свиноферма, молочная ферма, ферма по откорму КРС, птицеферма, питание которых может быть подано от трех подстанций:  $\Pi_1$ ,  $\Pi_2$ ,  $\Pi_3$ . Расчетные мощности потребителей при заданном напряжении сети, расстояние от подстанций до потребителей, резервная мощность, которой располагают подстанции, приведены в таблице 1.

Таблица 1

	Имеющийся резерв мощности, кВА	Потребители			
		$\Phi_1$	$\Phi_2$	$\Phi_3$	$\Phi_4$
Потребляемая мощность, кВА		35	75	55	120
Подстанции:	Расстояние от подстанции до потребителя, км				
$\Pi_1$	160	3	5	14	3,5
$\Pi_2$	100	4	2	7	10
$\Pi_3$	100	8,5	7	2	5

Обозначим через  $x_{ij}$  мощность, потребляемую  $j$ -м предприятием с  $i$ -й подстанцией.

Математическую модель задачи, описываемую ограничениями (1) и целевой функцией (2), представим в форме таблицы 2.

Таблица 2

Подстанции	Предприятия					Мощность ТП
	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$	$B_5$	
$\Pi_1$	3 $x_{11}$	5 $x_{12}$	14 $x_{13}$	3,5 $x_{14}$	0 $x_{15}$	160

$\Pi_2$	4 $x_{21}$	2 $x_{22}$	7 $x_{23}$	10 $x_{24}$	0 $x_{25}$	100
$\Pi_3$	8,5 $x_{31}$	7 $x_{32}$	2 $x_{33}$	5 $x_{34}$	0 $x_{35}$	100
Мощность потребителя	35	75	55	120	75	360

В данной задаче не выполняется условие баланса (суммарное наличие мощности не равно суммарной потребности), такая задача называется «открытой» транспортной задачей. Для ее решения сведем ее к «закрытой» транспортной задачи путем ввода фиктивного пункта питания с мощностью 75кВА. Введение фиктивного потребителя повлечет необходимость задания фиктивных затрат, которые принимаются равными нулю.

**Экономико-математическая модель** задачи имеет следующий вид:

**Система ограничений:**

1. Ограничения по наличию мощности на подстанциях:

$$x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} = 160$$

$$x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} + x_{25} = 100$$

$$x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} + x_{35} = 100$$

2. Ограничения по мощности потребителя:

$$x_{11} + x_{21} + x_{31} = 35$$

$$x_{12} + x_{22} + x_{32} = 75$$

$$x_{13} + x_{23} + x_{33} = 55$$

$$x_{14} + x_{24} + x_{34} = 150$$

$$x_{15} + x_{25} + x_{35} = 75$$

Условие неотрицательности  $x_{11}, x_{12}, x_{13}, \dots, x_{35} \geq 0$

Целевая функция – минимум приведенных затрат на сооружение и эксплуатацию электрической сети.

$$Z = 3x_{11} + 5x_{12} + 14x_{13} + 3,5x_{14} + 0x_{15} + 4x_{21} + 2x_{22} + 7x_{23} + 10x_{24} + 0x_{25} + 8,5x_{31} + 7x_{32} + 2x_{33} + 5x_{34} + 0x_{35} \rightarrow \min$$

Решение задачи представлено на рис. 1.



	A	B	C	D	E	F	G	
1	Исходные данные							
2	Подстанции	Потребитель					Мощность ТП	
3		свиноферма	молочная ферма	ферма по откорму КРС	птицеферма	фактичная ферма		
4	П <sub>1</sub>	3	5	14	3,5	0	160	
5	П <sub>2</sub>	4	2	7	10	0	100	
6	П <sub>3</sub>	8,5	7	2	5	0	100	
7	Потребляемая мощность	35	75	55	120	75		
8								
9								
10								
11	Подстанции	Потребитель					Мощность ТП	
12		свиноферма	молочная ферма	ферма по откорму КРС	птицеферма	фактичная ферма		
13	П <sub>1</sub>	35	0	0	120	5	160	
14	П <sub>2</sub>	0	75	0	0	25	100	
15	П <sub>3</sub>	0	0	55	0	45	100	
16	Потребляемая мощность	35	75	55	120	75		
17	Минимум затрат							765

Рисунок 1 - Моделирование работы сети электроснабжения

УДК 621.891

*Погоньшев В.А., д.т.н., профессор,  
Миненко А.А., ст. преподаватель  
ФГОУ ВПО «Брянская госсельхозакадемия»*

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА АБРАЗИВНОГО ИЗНАШИВАНИЯ

**Введение.** Целью данной работы явилась моделирование процесса абразивного изнашивания, базирующейся на физической природе износа, учитывающей образование дефектной структуры поверхности на примере шейки коленчатого вала и выявление зависимости интенсивности изнашивания от ряда факторов изнашивания.

**Материалы и методика исследований.** Считается, что связь между коэффициентом трения и интенсивностью изнашивания не является существенной или просто отсутствует. Тем не менее, попытки установить подобную связь продолжают. Так, для тонких смазочных покрытий, когда коэффициент трения оценивается сотыми долями единицы, можно в первом приближении использовать следующую простую зависимость [1]:

$$I_h \cong f^4, \quad (1)$$

где  $I_h$  - интенсивность (линейная) изнашивания,  $f$  - коэффициент трения.

При изнашивании металлов предлагается использовать другую зависимость [2]

$$I_h \cong HB^{-1} \quad (2)$$

здесь  $HB$  - твердость по Бринеллю.

Приведенные простые зависимости могут применяться для определенных случаев. Они не учитывают влияние других важных факторов на интенсивность изнашивания, например предыстории нагружения и способности материала накапливать повреждения, что не позволяет использовать эти зависимости при расчете величины износа деталей для конкретных практических случаев. Анализ множества видов изнашивания и соответственно подходов к аналитическому описанию изнашивания (усталостного по И.В. Крагельскому, термофлуктуационному по С.Н. Журкову, окислительному по Б.И. Костецкому и др.) показывает отсутствие единого универсального подхода, позволяющего учесть все (или большинство) факторы, влияющие на протекание процесса изнашивания.

Присутствие абразивных частиц в смазочной среде приводит к тому, что они попадают в зазор между поверхностью шейки коленчатого вала и вкладышем под действием перепада давления. С увеличением зазора (вследствие изнашивания поверхности шейки коленчатого вала) возрастает число частиц, которые вследствие коагуляции усиливают износ поверхностей шейки и вкладыша. Поэтому основной задачей является оценка интенсивности изнашиваемой поверхности шейки коленчатого вала как отношение износа к пути трения.

$$I_h = \frac{h}{L}, \quad (3)$$

где  $h$  – величина износа,  $L$  – путь трения.

При разработке модели изнашивания отметим некоторые особенности, присущие абразивному изнашиванию:

1. Исходная шероховатость рабочих поверхностей трения не оказывает значительного влияния на величину их износа, так как она сравнительно быстро трансформируется вследствие взаимодействия абразивных частиц с изнашиваемой поверхностью.

2. Износ рабочих поверхностей трения зависит от размеров абразивных частиц и интенсивности их подачи в зону трения, а также от соотношения твердостей сопряженных поверхностей и твердости абразива.

Анализ экспериментальных кривых износа поверхностей шеек коленчатого вала позволяет сделать некоторые предварительные выводы относительно кинетики процесса изнашивания. В частном случае при взаимодействии абразивной частицы и поверхности шейки линейно зависит от времени работы. В этом случае процесс изнашивания можно описать в рамках модели изнашивания, предложенной Р. Хольмом и Дж. Арчардом [3]:

$$I_v = \frac{k_v \cdot NL}{HB}, \quad (4)$$

где  $I_v$  – объем изношенного материала;  $N$  – нагрузка;  $L$  – путь трения;  $HB$  – твердость по Бринеллю;  $k_v$  – коэффициент износа.

**Результаты эксперимента и их обсуждение.** При абразивном изнашивании коэффициент износа зависит от многих факторов, в том числе от твердости и размеров абразивных частиц. В расчетах он определяется из эксперимента и принимается постоянным. Рассмотрим следующий подход к аналитическому описанию изнашивания, который базируется на обширном экспериментальном материале и физических основах теории изнашивания.

Механическая форма абразивного изнашивания, как известно, предполагает следующий механизм отделения частиц с

поверхности твердого тела (собственно износ): абразивные частицы деформируют (упруго и пластически) изнашиваемую поверхность, затем происходит передеформирование и наклеп поверхностного слоя и в конечном счете отделение частиц от поверхности. Важную роль при этом играет образование дефектной структуры приповерхностного слоя, которое наблюдается при углублении канавки, пропахиваемой абразивной частицей. В этом дефектном слое образуется сеть микротрещин, которая является основной причиной образования частиц износа. В этой связи сопротивление изнашиванию напрямую связано с трещиностойкостью материала пары трения.

Все приведенные факторы были положены в основу предлагаемой математической модели выражающую интенсивность изнашивания и сведены в следующем критериальном уравнении:

$$I_h = \pi_1^{\alpha_1} \pi_2^{\alpha_2} \pi_3^{\alpha_3}, \quad (5)$$

где  $\pi_{1,2,3}$  - критерий подобия;  $\alpha_{1,2,3}$  - показатели степени.

Выражение критериев подобия и их физический смысл определяется следующим образом:

$$\pi_1 = \frac{p\sqrt{h}}{K_c}, \quad (6)$$

где  $p$  - среднее контактное давление (при пластическом контакте  $p=HB$ );  $h$  - глубина канавки получаемая на основе профиллограмм;  $K_c$  - коэффициент интенсивности напряжений выражающий трещиностойкость материала.

Таким образом, первый критерий подобия по физическому смыслу определяет «тяжесть» условий контактирования.

Критерий подобия

$$\pi_2 = f, \quad (7)$$

где  $f$  - коэффициент трения.

Критерий подобия (введенный М.М. Тенненбаумом):

$$\pi_3 = \frac{H_a}{H_1}, \quad (8)$$

где  $H_a$  - твердость абразивной частицы;  $H_1$  - твердость поверхности шеек коленчатого вала.

На рис. 1. показана схема взаимодействия абразивной частицы диаметром  $d_a$  - с пропахиваемой ею поверхностью. Здесь  $h$ , - глубина канавки,  $N$  – нагрузка.  $V$  – объем изношенного материала.

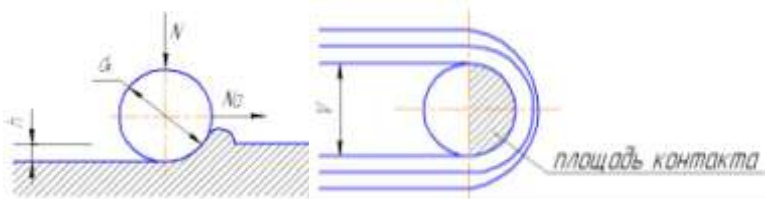


Рисунок 1 - Схема взаимодействия абразивной частицы с поверхностью

При моделировании процессов трения и изнашивания необходимо обеспечить одно и то же значение критериев подобия, т.е.  $\pi_{1,2,3} = \text{idem}$ . [4].

Экспериментальным образом определяются степени и соответствующие критерии подобия.

В результате получено уравнение с числовыми значениями:

$$I_h = \pi_1^{0,925} \pi_2^{-0,123} \pi_3^{0,235} \quad (9)$$

Проверку адекватности модели осуществляли по критерию Фишера.

## Выводы

Используя основные положения теории подобия, были получены критерии подобия и составлено критериальное уравнение положенное в основу математической модели абразивного изнашивания обладающей следующими свойствами:

1. Данная модель абразивного изнашивания учитывает образование дефектов кристаллической структуры приповерхностного слоя канавки разрушаемой абразивными частицами.
2. Полученное критериальное уравнение интенсивности изнашивания трущихся поверхностей шейки вала и вкладыша, показывает нелинейный характер зависимости интенсивности изнашивания от коэффициента трения, размера абразивных частиц и твердости материала.

### **Литература**

1. Боуден, Ф.П. Трение и смазка твердых тел / Ф.П. Боуден, Д. Тейбор - М.: Машиностроение, 1968. - 544с.
2. Кашеев В.Н. Абразивное разрушение твердых тел / В.Н. Кашеев. - М.: Наука, 1970.-248с.
3. Лим Х. Статический анализ данных о скорости износа / Х. Лим // Проблемы трения и смазки. - 1988. - №3. - С. 32-34.
4. Браун Э.Д. Моделирования трения изнашивания в машинах /Э.Д. Браун, Ю.А. Евдокимов, А.В. Чичинадзе - М.: Машиностроение, 1981. - 191с.

УДК 621:006.354

*Погоньшев В.А., д.т.н., профессор  
ФГОУ ВПО «Брянская госсельхозакадемия»*

## **ПРОБЛЕМЫ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГОЗАТРАТ В ПОДРАЗДЕЛЕНИЯХ БРЯНСКОЙ ГСХА**

*«Энергосбережение это не мода,  
это – навсегда».*

**Введение.** В экономике России энергосбережение и

энергосберегающие технологии являются приоритетными при внедрении их в производство, т.к. масштабы возможного энергосбережения, по разным оценкам составляет не менее 1/3 нынешнего потребления топливно-энергетических ресурсов.. Обычно под энергосбережением понимают реализацию комплекса мер или действий, предпринимаемых для обеспечения более эффективного использования энергетических ресурсов. Перевод предприятий на хозяйственный расчет и самофинансирование, повышение цен на топливо, воду, электроэнергию требуют пересмотра подходов к проектированию и эксплуатации оборудования теплоэнергетических установок.

**Материал и методика исследований.** Эффективность, безопасность, надежность и экономичность работы теплоэнергетических установок во многом определяются методом сжигания топлива, совершенством и правильностью выбора теплоэнергетирующих, тепловых и электрических систем, оборудования и приборов, квалификацией и степенью подготовки обслуживающего персонала. Альтернативы энергосбережению в настоящее время, безусловно, нет. Неотложная задача настоящего времени – за счет энергосберегающих технологий существенно снизить удельное энергопотребление во всех отраслях производства, на транспорте и в ЖКХ.

Выполнен анализ возможных мероприятий по энергосбережению на примере Брянской ГСХА. Для достижения поставленной цели необходимо обеспечить снижение затрат на: тепловую энергию; электроэнергию; водные ресурсы; транспортные расходы; и другие виды ресурсов.

Результаты эксперимента и их обсуждение. В таблице приведены данные о затратах академии на энергоносители за последние 3 года с 2008-2010 годы.

Таблица - Сведения о затратах на энергоносители в БГСХА

Вид энергоносителя	Внебюджетные расходы, тыс. руб.	Бюджетные расходы, тыс. руб.	Расход за год по видам
Диз. топливо	-	850,2	850,2
Бензин	-	1765,6	1765,6
Водоснабжение	123,3	3168,7	3292
Электроэнергия	297,2	4004,8	4302

Теплоснабжение	137,4	11424,4	11561,8
<b>2008 г.</b>	<b>557,9</b>	<b>21213,7</b>	<b>21771,6</b>
Диз. топливо	-	779,1	779,1
Бензин	-	1690,4	1690,4
Водоснабжение	662,8	3522	4184,8
Электроэнергия	882,8	5371,1	6253,9
Теплоснабжение	2771,3	11806	14577,3
<b>2009 г.</b>	<b>4316,9</b>	<b>23168,6</b>	<b>27485,5</b>
Диз. топливо	661,9	-	661,9
Бензин	2014,0	-	2014,0
Водоснабжение	332,4	4751,1	5083,5
Электроэнергия	141,2	6815,9	6957,1
Теплоснабжение	1508,5	19432,8	20941,3
<b>2010 г</b>	<b>4658</b>	<b>30999,8</b>	<b>35657,8</b>

Из таблицы видно, что наибольшие расходы приходятся на теплоснабжение и поэтому в первую очередь необходимо проведение мероприятий по эффективному энергосбережению в системе теплоснабжения.

Для нормализации температуры в аудиториях ВУЗа и общежитиях необходимо произвести следующие мероприятия:

1. Систематически прочищать отопительную систему;
2. Очистить радиаторы отопления от грязи и мусора.
3. Произвести работы по удалению толстого слоя краски и нанести тонкий слой краски с хорошей теплопроводностью.
4. Установить теплоотражающие экраны возле радиаторов.
5. У входа в здания установить тепловые пушки.

Исследования так же показали, что тепловые утечки имеют место через окна и стены. Для того чтобы отопительные радиаторы не нагревали стены, а как можно больше тепла отдавали непосредственно в само помещение, необходимо установить теплоотражающие щиты. Они устанавливаются так, чтобы проекция щита на стену была на 10-15см больше, чем проекция радиатора отопления. Это позволит увеличить теплоотдачу и повысить температуры на 2-5 °С. Нетрудно оценить экономический эффект мероприятия. Оптовая цена теплоотражающего щита составляет 450р. Его площади хватает на 20-25 отопительных радиаторов. Но преимущество этих щитов в том, что они устанавливаются не на один год, а на 10 лет. Это позволяет при однократной установке их сэкономить около 3-5% затрат газа в год, а это значит, что они окупятся буквально за один сезон, а в



течение остальных лет будут приносить прибыль. Более эффективное использование отопительной системы приводит так же к уменьшению расходов на электроэнергию, связанных с использованием мощных электронагревателей в помещениях академии.

Для создания оптимальных санитарно-гигиенических условий в помещениях необходимо провести инвентаризацию систем вентиляции. При этом следует устранить неисправное оборудование, а также проверить соответствие установленных электродвигателей проектным данным. На основании всех этих исследований в БГСХА было установлено, что большинство электродвигателей в вентиляционной системе потребляют энергии больше, чем должны. Это связано с тем, что долгое время за ними не было должного осмотра и ухода. Из-за разности температур в помещениях большое количество денежных средств тратится впустую. Правильно работающая вентиляционная система способствует эффективной экономии тепловой и электрической энергии. При этом удаётся сэкономить до 0,5% тепла и электроэнергии в виде затрат на тепло и до 1,0% расходов на электроэнергию. Если перевести в денежный эквивалент, то получим 174705 рублей. Для увеличения эффективности электроэкономии необходимо знать, что простая ревизия всех потребителей электроэнергии с их частичным ремонтом снижает затраты на электроэнергию до 20% (1391420 руб.).

Дальнейшее снижение затрат на электроэнергию связано с освещением, основным потребителем электроэнергии. Для этого следует для каждой аудитории произвести корректировочные расчёты освещения. Следует учитывать, что осветительные приборы были установлены в советское время, когда стоимость электроэнергии была незначительна. Поэтому, необходимо рассчитать, а затем установить необходимое и достаточное количество ламп с учётом месторасположения их. Это самое дешёвое и быстро окупающееся мероприятие, т.к. оно требует минимальных затрат.

Водоснабжение играет значительную роль в энергосбережении, но как заметим, у нас много воды тратится впустую (утечки кранов, утечки в системе туалетов и т.д.). Это приводит к дополнительной трате электроэнергии. Причём с каждым годом расходы на водоснабжение растут. Надо отметить, что рас-

ход воды в России в 3 раза больше на 1 человека, чем за рубежом (в той же Германии), но чище от этого россияне не стали. Особую значимость имеет эта проблема, когда к примеру в селе Кокино используется артезианская вода, а, как известно запасы её ограничены. Для экономии расхода воды и в целях энергосбережения рекомендуем установить вентили с ограничителем расхода воды.

### **Выводы**

1. Необходимо заменить имеющиеся котлы (или произвести реконструкцию котельной) на более эффективные компактные котлы. Во-первых когда отопительный сезон закончен не эффективно нагревать воду для населения посредством бойлеров, а во-вторых к.п.д. этих котлов низкий.

2. Необходим переход на индивидуальное регулирование тепловой мощности отопления: для снятия перетопов нужно устанавливать регулирующий кран или термостат с автоматическим регулятором прямого действия фирм «Дантес» или «Херц».

3. Продолжить установку теплосчётчиков (имеются в корпусах №1, №3 и №5, столовой, и общежитии №4).

4. Установить автоматические узлы управления освещением в лекционных аудиториях (таймеры, датчики движения, датчики присутствия и датчики уровня освещённости).

5. Ввести индивидуальный учёт энергоресурсов по подразделениям или по территориальному признаку.

6. Перейти на периодический режим отопления и стимулировать работников за полученный экономический эффект.

7. Производить утепление теплотрасс и в первую очередь в подвалах, т.к. самые большие потери тепловой энергии происходят именно там: не столько тепла идёт на отопление дома, сколько на нагревание земли в подвальном помещении под домами.

8. Утепление чердаков, т.к. тёплый воздух поднимается вверх и значительное количество теплоты уходит через потолок, а не пол.

9. Как видим, требуются значительные материальные затраты, сделать всё сразу это не реально и поэтому требуется систематическая работа по исследованию эффективности теплоотдачи освещённости в помещениях, для чего необходимо:

- Следить за соблюдением графика перепада температур;
- Изучать утечки тепла, воды, электроэнергии;
- Ввести лимиты по расходованию тепловой, электрической и других видов энергии по каждому объекту и стимулировать выполнение их;
- Провести исследовательскую работу по более эффективному использованию энергоносителей (расходы на отопление - самая крупная статья расходов и обеспечивается с наихудшим качеством).
- Провести анализ освещённости помещений и подготовить соответствующие рекомендации.

### Литература

1. Правила учета тепловой энергии и теплоносителя / Главгосэнергонадзор. М., 1995.
2. СНиП 2.04.07–86. Тепловые сети. М., 1994.
3. ГОСТ 19431–84. Энергетика и электрификация. Термины и определения.
4. ГОСТ 30583–98. Энергосбережение. Методика определения полной энергоёмкости продукции, работ, услуг.
5. ГОСТ Р 51541–99. Энергосбережение. Энергетическая эффективность. Состав показателей. Общие положения.
6. ГОСТ Р 51387–99. Энергосбережение. Нормативно-методическое обеспечение.
7. ГОСТ Р 51379–99. Энергосбережение. Энергетический паспорт промышленного потребителя топливно-энергетических ресурсов. Основные положения. Типовые формы [Текст]. – Введ. 2000–09–01. – М.: Изд-во стандартов, 2001.
8. Смотровкин, В.М. О системе лимитирования (нормирования) потребления энергоресурсов бюджетными организациями Комплекса социальной сферы г. Москвы [Текст] / В. М. Смотровкин // Энергосбережение. – 2007. – № 2.
9. Смотровкин, В.М. Городская система управления энергоэффективностью и энергосбережением [Текст] / В. М. Смотровкин // Энергосбережение. – 2008. – № 3.
10. Экспертное мнение // Новости электротехники. – 2010. – № 2 (62). – С. 59-62.

УДК 681.3

*Погоньшев В.А. д.т.н., профессор,  
Цуканова Л.А., ст. преподаватель  
ФГОУ ВПО «Брянская госсельхозакадемия»  
Погоньшева Д.А., к.э.н., доцент  
ФГОУ ВПО «Брянский госуниверситет»*

## **КОМПЕТЕНТНОСТНЫЙ ПОДХОД ФИЗМАТПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО ПРОФИЛЯ**

**Введение.** Разработке лично-ориентированного, субъектно-деятельностного, контекстного, проективного подходов к обучению, формированию профессиональных умений и лично значимых качеств посвящены многочисленные исследования (А.М. Берестовский, А.А. Вербицкий, И.А. Зимняя, Г.Л. Ильин, Н.В. Кузьмина, А.К. Маркова, Н.Д. Никандров, Б.А. Сластенин, А.П. Тряпицина, Н.В. Чекалева, А.И. Щербаков, И.С. Якиманская и др.). Современные образовательно-профессиональные технологии, в основе которых лежат названные подходы, создают возможности для самореализации личности, обеспечивают приоритет субъектно-смыслового обучения, направленность на формирование множества субъективных картин мира, ситуативное проектирование, смыслопоисковый диалог, включение учебных задач в контекст жизненных проблем.

**Материал и методика исследований.** Решению поставленных задач отвечает разработка и применение целесообразных педагогических технологий, позволяющих активизировать познавательную деятельность учащихся и обеспечивающих начальную подготовку будущего специалиста, готового не только к деятельности исполнителя, но и к самостоятельной постановке и творческому решению проблем.

Разработанные на рубеже прошлого столетия идеи метода проектов со временем претерпели определенную эволюцию, и он все больше становится интегрированным компонентом разработанной и структурированной системы образования. Современное понимание проектного обучения связано с понятием "проективность" - тенденцией, относительно недавно появившейся в образовании. Все возрастающее число исследователей и педагогов-практиков рассматривают проективность как одну из образовательных тенденций будущего. В диссертационных исследованиях рассмотрены вопросы проектной деятельности школьников (И.Н. Бухтиярова, А.Е. Веретенникова, С.И. Горлицкая, В.В. Гузеев, Н.О. Деньгина, И.И. Джужук, Л.С. Желнина, Н.В. Матяш, О.М. Моисеева, М.П. Пастарнак, Н.Ю. Пахомова, Е.С. Полат, Е.В. Рогалева, Н.Г. Чанилова, Т.С. Цыбикова и др.).

Анализ и оценка проекта - характеристики, отвечающие современным требованиям и целям подготовки специалистов в любом вузе.

Компетентность представляет собой сложный синтез когнитивного, предметно-практического и личностного опыта. В качестве специфических методов подготовки компетентных специалистов ученые называют интеграцию учебной и исследовательской работы, задачный, контекстный и проектный способы обучения.

**Результаты эксперимента и их обсуждение.** Результатом проектной деятельности выступает проект. Мы определяем проект как результат для внедрения в практику, полученный в процессе индивидуального или группового решения практически значимой в профессиональном плане проблемы.

В процессе педагогической деятельности (на этапах прогнозирования, проектирования, реализации, представления) формируются гностические умения, связанные с переработкой

информации:

- пользоваться учебной, научной литературой при разработке проекта;

- формулировать цели индивидуальной и групповой работы по интегрированным вопросам учебных дисциплин и определять способы их достижения;

- выделять в информации главное, логическую структуру материала, систематизировать имеющийся материал, составлять из него в соответствии с поставленной целью различные тексты (письменные и устные);

- сравнивать, делать выводы, высказывать собственное мнение и отношение к фактам, событиям, явлениям;

- составлять тезисы своего сообщения, доклада и др.

Проектировочные умения (включая некоторые собственнo конструктивные действия);

- определение источников, способов сбора информации;

- определение содержания, объема, частей проекта;

- проектирование этапов работы над проектом, выявление особенности деятельности на каждом из них, выработка плана действий;

- овладение элементами исследования в процессе работы над проектом (наблюдение, выдвижение гипотезы, ее проверка и др.); формулирование личностных и коллективных целей проекта - определение конечного результата (продукта) проекта, формы его представления;

- установление критериев оценки процесса и результатов педагогической деятельности др.

Мотивационный компонент творческой деятельности связан с готовностью учащихся участвовать в процессе педагогической деятельности: определять темы, проблемы, задачи, источники информации проекта. Результатом выступает не только реальный продукт, но и самораскрытие личности.

Структуру операционного компонента творческой деятельности составляют:

- лично-мотивированное выполнение проекта, его интерпретация, вычленение важных в профессиональном плане проблем, активный поиск информации;

- профессионально-мотивированный анализ собственных

возможностей в процессе творческой разработки проекта;  
принятие решения об использовании его результатов в педагогической практике;  
формулирование целей проекта и средств их достижения, прогнозирование трудностей в процессе проектной работы, выявление возможности использования продукта.

**Выводы.** Опыт применения проектного обучения позволяет отметить рост креативности студентов, усиление и появление таких качеств личности, как независимость, открытость новому опыту, чувствительность к проблемам.

## Литература

1. Безрукова В.С. Педагогика. Проективная педагогика. Екатеринбург: Изд-во Деловая книга, 1996.
2. Зимняя А.И. Педагогическая психология.-2-ое издание.- М.: Логос, 2000.
3. Радионов В.Е. Теоретические основы педагогического проектирования: Автореф. дис. докт. пед. наук.- Спб., 1996.
4. Сериков В.В. Образование и личность. Теория и практика проектирования педагогических систем.- Логос,1999.
5. Чепель Т.Л. Психологические механизмы интенсивного педагогического образования // Педагогика.-2002.-№ 1-2. 1. Назаров С.А. Педагогическое моделирование личностно-развивающей информационно-образовательной среды вуза // Научная мысль Кавказа. – Спецвыпуск № 2. – 2006. – С. 68-71.
6. Назаров С.А. Личностно-развивающая информационно-образовательная среда // Материалы XII международной конференции «Современное образование». – Санкт-Петербург, 2006. – Т.2 – С. 207-209.
7. Удотова В.Н., Шаншина Н.В., Кейглер Г.А., Баздырева Т.В. Программа информатизации Научной библиотеки на 2005-2007гг. [Электронный ресурс] / Библиотека НГТУ Электрон. дан. – Новосибирск, 2005. Режим доступа: <http://library.nstu.ru/files/editor/File/Programm.doc>, свободный. – Загл. с экрана.

8. Богданов И.В., Крутий И.А., Чмыхова Е.В. Проектирование учебного процесса на базе современных информационных технологий // Телекоммуникации и информатизация образования. – 2001, № 1. – С. 72-84.

9. Погоньшев В.А, Погоньшева Д.А. Модернизация профессиональной подготовки технического специалиста на основе моделирования. // Энергетический вестник СПбГАУ.-СПб: СПбГАУ, 2010.

УДК.621.537.87

*Прыгов Н. М., к.т.н., доцент,*

*Широбокова О. Е., к.т.н., доцент,*

*Кирдищев Д.В., аспирант*

*ФГОУ ВПО «Брянская госсельхозакадемия»*

## **ДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА**

В нашей стране широкие исследования электромагнитных полей были начаты в 60 – е годы. Был накоплен большой клинический материал о неблагоприятном действии электромагнитных полей, было предложено ввести новые нозологические заболевания «Радиоволновая болезнь» и «Хронические поражения микроволнами». В дальнейшем работами ученых в России было установлено, что, во – первых, нервная система человека особенно высшая, чувствительна к ЭМП, и во – вторых, что ЭМП обладает так называемым информационным действием при воздействии на человека в интенсивностях ниже пороговой величины типового эффекта. Результаты этих работ были использованы при разработке нормативных документов в России. В результате нормативы в России допустимых уровней воздействия были установлены очень жесткими и отличались от американских и европейских в несколько тысяч раз (например, в России для профессионалов  $0,01\text{ мВт/см}^2$ , а в США –  $10\text{ мВт/см}^2$ ).



Электрические и магнитные поля являются очень сильными факторами влияния на состояние всех биологических объектов, попадающих в зону их воздействия. При существующей ныне загрязненной электромагнитной обстановке пагубное влияние паразитных электромагнитных волн на организм человека очень велико. В этих условиях самостоятельно защититься от постоянного разрушительного потока паразитных электромагнитных излучений человеческий организм не может. Безопасный уровень воздействия электромагнитного поля для каждого человека строго индивидуален, поэтому существующие санитарные нормы для огромного количества людей безопасными не являются.

Электромагнитные излучения умеют накапливаться в биологическом организме и постепенно вызывать различные необратимые процессы.

За последние десятилетия сформировался новый фактор окружающей среды – электромагнитные поля антропогенного происхождения. Эти поля относятся к числу сильнодействующих экологических факторов с катастрофическими последствиями для всего живого.

Наиболее сильные всплески напряженности электромагнитного поля связаны с перегрузками электросети, а более скромные создаются мощными электроприборами – холодильниками, телевизорами, мониторами компьютеров и т.д. это, однако, не значит, что их электромагнитное излучение менее вредно, поскольку значение имеют и длительность пребывания человека возле прибора, расстояния между ними и даже их взаимное расположение. СВЧ печи прочно вошли в наш быт. Основа каждой печи – это магнетрон, преобразующий электрический ток сети в электромагнитные волны. Это обычно очень короткие радиоволны, которые биологически очень активны, что может неблагоприятно повлиять на здоровье человека при превышении предельно допустимой нормы.

Экспериментальные данные как отечественных, так и зарубежных исследований свидетельствуют о высокой биологической активности ЭМП во всех диапазонах. При относительно высоких уровнях облучающего ЭМП современная теория признает тепловой механизм излучений. При относительно низком

уровне ЭМП (к примеру, для радиочастот выше 300 МГц это действие менее  $1 \text{ мВт/см}^2$ ). Поэтому принято говорить о нетепловом или информационном характере воздействия на организм.

Механизмы действия ЭМП в этом случае позволяет определить наиболее чувствительные системы организма человека: нервная, иммунная, эндокринная, и половая. Эти системы организма являются критическими. Реакции этих систем должны обязательно учитываться при оценке влияния ЭМП на население.

Биологический эффект ЭМП в условиях длительного воздействия накапливается и в результате возможно развитие отупленных последствий, включая дегенеративные изменения центральной нервной системы, рак крови (лейкозы), опухоли мозга, гормональные отклонения. Особо опасны ЭМП могут быть для детей, беременных (эмбрионов), людей с заболеваниями центральной нервной, гормональной, сердечнососудистой системы, с аллергическими заболеваниями и ослабленным иммунитетом.

Большое число исследований, выполненных в России, и сделанные монографические обследования дают основания отнести нервную систему к одной из наиболее чувствительных систем человеческого организма к воздействию ЭМП.

При воздействии ЭМП малой интенсивности возникают существенные отклонения в передаче нервных импульсов на уровне нейронных биоэлектрoхимических ретрансляторов. Происходит также угнетение высшей нервной деятельности, ухудшается память, нарушается структура капилляров гематоэнцефалитического барьера головного мозга, что со временем может привести к неожиданным патологическим проявлениям. Особую чувствительность к ЭМП воздействию проявляет нервная система эмбриона на поздних стадиях внутриутробного развития.

Накопленные в настоящий момент клинические данные указывают на негативное воздействие ЭМП иммунологическую реактивность организма. При этом установлено, что при ЭМП воздействии изменяется характер инфекционного процесса и отягощается аутоиммунной реакцией, т.е. атака иммунной системы на собственный организм. Это приводит к реагированию против нормальных, свойственных данному организму тканевых структур. Также патологическое состояние характеризуется

дефицитом лимфоцитов (специальных клеток иммунной системы), генерируемых в вилочковой железе (тимусе), угнетаемой электромагнитным воздействием.

ЭМП высокой интенсивности также может способствовать подавлению иммунитета, а также особо опасной аутоиммунной реакции к развивающемуся эмбриону.

Исследования российских и зарубежных ученых показали воздействие ЭМП на эндокринную и регуляторную системы человека. При облучении ЭМП происходит стимуляция гипофиза, сопровождающаяся увеличением содержания адреналина в крови и надпочечников в структуре гипоталамуса, т.е. в отделе мозга, регулирующего физиологические и инстинктивные реакции.

ЭМП оказывает влияние на половую систему. Это связано с изменением ее регуляции со стороны нервной и эндокринно - регулятивной систем, а также с резким снижением активности половых клеток. Установлено, что половая система женщин более чувствительна к ЭМП воздействию, нежели мужская. Кроме этого, чувствительность к воздействию эмбриона в период внутриутробного развития во много раз выше, чем материнского организма. Считается, что ЭМП может вызвать патологию развития эмбриона, воздействуя в различные стадии беременности. Имеются данные, что наличие контакта женщин с ЭМП может привести к преждевременным родам и снизить скорость нормального развития плода. При этом особенно опасны ранние стадии воздействия электромагнитного излучения на развитие эмбриона, соответствующие закрепления зародыша к плацентарной ткани (имплантации) и даже увеличить риск развития врожденных уродств.

Другие медико-биологические эффекты. Изучение здоровья людей, имеющих длительные контакты с ЭМП на производстве показало, что контакт с ЭМП в сверхвысоком диапазоне (СВЧ) может привести к развитию заболеваний, для которых характерны изменения функционального состояния нервной и сердечно – сосудистой систем. Появляются жалобы на слабость, раздражительность, быструю утомляемость, ослабление памяти, нарушение сна. Нередко к этому присоединяются расстройства вегетативных функций (астеновегетативный синдром) появляются нарушения сердечно – сосудистой системы, меняется

пульс и артериальное давление, отмечаются периодические изменения состава крови с последующим развитием умеренной лейкопении, нейтропении и эритроцитопении.

При более тяжелых нарушениях возможны изменения костного мозга. Через 1 – 3 года работы в зоне действия магнитного и электромагнитного полей у людей появляется раздражительность, нетерпеливость, чувство внутренней напряженности, суетливость, нарушаются память и внимание, возникают жалобы на малую эффективность сна и утомляемость. Можно полагать, что длительное пребывание в зоне предельно – допустимых доз электромагнитных излучений может привести к психическим расстройствам.

Методы защиты от пагубного влияния электромагнитных волн на биологический организм базируется на одном главном условии – «минимизировать контакт человека» с ЭМП, а в ряде случаев полностью исключить эту дополнительную нагрузку.

Назовем меры защиты здоровья людей от воздействия ЭМП. Организационные мероприятия по защите населения. Сюда относятся:

- выбор режимов работы излучающего оборудования, обеспечивающих допустимый уровень облучения;
- ограничение места и времени нахождения людей в зоне действия электромагнитных излучений;
- обозначение и ограждение мест с повышенным уровнем излучения;
- защита временем;
- защита расстоянием.

Границы опасных зон определяются ГОСТом 12.1.026-80.

Инженерные мероприятия по защите людей от ЭМП.

Сюда относятся:

- экранирование электромагнитных полей либо ограничение эмиссионных параметров источника электромагнитного поля (снижение интенсивности излучения);
- специальные строительные конструкции (металлическая сетка, металлический лист, пленка и ткань с электропроводящим покрытием);
- специальные экранирующие материалы на основе синтетических волокон, которые обладают малой толщиной, лег-

кость, гибкостью и хорошо закрепляются смолами и синтетическими клеящими составами.

Современные действия науки доказывают, что мир, в котором мы живем, не является слепым сцеплением атомов, молекул, сил энергии и т.д. Он – единое образование, в котором все части связаны между собой так, что каждая является причиной следующей и следствием предыдущей. В этом едином образовании биологический организм, и человек в частности, представляет собой сложный органический объект, целиком и полностью зависящий от условий окружающей его среды пребывания.

Результаты многочисленных исследований показывают, что невидимые, неосознаваемые электромагнитные излучения оказывают серьезные воздействия на человеческий и другие организмы. Влияние сильных полей изучено достаточно широко. Влияние же слабых полей, на которые раньше не обращали внимание, оказалось ничуть не менее важным для живых организмов. Но исследования в этой области только начались.

### Литература

1. Левитт, Б., Блейк. Защита от электромагнитных полей. О влиянии на организм человека бытовых электроприборов, мобильных телефонов... полный справочник / Б. Блейк, Левитт, пер. с англ. Ю. Сулова – М.: АСТ, Астрель, 2007, - 447 с.: ил.
2. Алексеева, Н. Т., Федоров, В. П., Байбаков, С. Е. Реакция нейронов различных отделов ЦНС на воздействие электромагнитного поля // Электромагнитные поля и здоровье человека: Материалы 2-й международной конференции «Проблемы электромагнитной безопасности человека. Фундамент. и прикл. Иссл. Нормирование ЭМП: философия, критерии и гармонизация». М., 1999, - с. 47 – 48.
3. Птицына, Н. Г., Дж., Виллорези, Дорман, Л. И., Ючки, Н., Тясто, М. Н. «Естественные и технологические низкочастотные магнитные поля как факторы, потенциально опасные для здоровья». Успехи физических наук», 1998, №7, т. 188, с. 767 – 791.

УДК 621.794.61

*Ретина Л. А., ст. преподаватель,  
Осипенко В. Т., ст. преподаватель  
ФГОУ ВПО «Брянская госсельхозакадемия»*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ**

Процесс информатизации современного общества предусматривает широкое использование компьютерных технологий во всех сферах деятельности человека.

Компьютерный бум, охвативший нашу планету, породил новые компьютерные технологии, которые позволили подойти к превращению компьютера в мощное средство образования, сделать персональный компьютер преподавателем. Современный компьютер в процессе обучения является не только средством решения различного рода технических, экономических и прочих задач, но и необходимым элементом процесса пополнения и обновления информационного багажа. Однако это не исключает присутствие в процессе обучения преподавателя, так как, умелое сотрудничество человека и компьютера в образовании позволяет сделать процесс обучения более эффективным.

Смысл инновационных технологий подготовки специа-

листов состоит в том, чтобы максимально способствовать развитию у студентов творческой инициативы, воспитанию у них потребности в самообразовании, стремлению к повышению уровня своей теоретической подготовки, а также к совершенствованию умений и навыков самообразовательной деятельности.

Целью применения компьютера в учебном процессе является разрешение противоречия между объемом предлагаемой к усвоению информации и временем ее изучения. Принципиальная трудность в решении этой проблемы заключается в необходимости одновременного создания дидактических основ компьютерного обучения, инструментально-программных средств и соответствующих им методических средств управления учебным процессом, то есть системы средств учебного назначения.

В настоящее время многие специалисты определяют относительно самостоятельное значение компьютерных технологий в структуре средств обучения. Использование достаточно совершенных компьютерных средств позволило значительно расширить и изменить подходы преподавания в процессе обучения. Выделяют следующие основные формы, в которых может быть использован компьютер в учебном процессе:

- как тренажер;
- как репетитор;
- как устройство, моделирующее определенные ситуации;
- возможности компьютера можно широко использовать для создания электронных библиотек;
- для контроля знаний студентов и т.д.

Изучение общеинженерных дисциплин, таких как «Инженерная графика» предполагают достаточно сложную и трудоемкую работу по проектированию. Учебные планы предусматривают выполнение расчетно-графических работ и курсовых проектов с большим объемом графической части, что требует значительных затрат времени.

В настоящее время создано и используется большое количество программ для выполнения чертежей. Среди них значительное место занимает чертежно-графический редактор КОМПАС- 3D. Эта программа изначально ориентирована на быстрый и удобный выпуск чертежей и поддержку ЕСКД, имеет

широкий набор стандартных библиотек и конструкторских приложений, а также инструментальные средства их разработки.

Освоение компьютерных технологий происходит главным образом в процессе практической работы с компьютером. На факультете энергетики и природопользования организован практикум, предназначенный для обучения их правилам построения чертежей, нанесению размеров и технологических обозначений, а также параметризации чертежей на ЭВМ в системе КОМПАС 3D.

В плане проведения такой работы необходимо было:

1) определить цели и структуру отдельных занятий по компьютерной графической подготовке студентов.

2) сформулировать основные элементы деятельности по обучению студентов.

3) вычленить общеобразовательные и профессиональные умения и навыки, которые должны приобрести студенты в результате выполнения практических занятий по интерфейсу КОМПАС-ГРАФИК 3-D.

В силу вышеизложенного основными целями такого практикума можно считать следующие:

- студенты должны освоить данный инструмент графической подготовки настолько, чтобы уметь самостоятельно применять его для решения самых разнообразных профессиональных задач;

- усвоить логику построения чертежей и их параметризации, нанесения размеров, технологических обозначений и другой графической информации и уметь перенести эти навыки при необходимости на освоение других программ;

- научить студентов пользоваться прикладными библиотеками системы;

- пробудить желание использовать компьютерные технологии в своем учебном труде (в расчетно-графических работах, курсовом и дипломном проектировании и т.д.);

- приобрести психологическую уверенность в своей способности широко использовать автоматизированные технологии в будущей профессиональной деятельности.

Эффективность занятий обеспечивается необходимой заинтересованностью студентов в результате собственной рабо-



ты. Занятия должны носить творческий характер, дающий возможность студентам «раскрыться». Для этого необходимо предоставить максимум самостоятельности при выполнении работы, преподавателю целесообразно выступать лишь в роли консультанта. Необходимо, чтобы усвоение знаний и освоение умений в использовании изучаемого прикладного пакета стало целью студента, направляющего его деятельность. Он должен затратить определенные волевые усилия для преодоления возможных трудностей, а осознание необходимости владеть современными информационными технологиями, должно стать, той побудительной силой, которая будет способствовать преодолению трудностей.

Учитывая то обстоятельство, что освоение данного интерфейса целиком осуществляется в процессе выполнения лабораторно-практических работ, предлагаются следующие методические приемы:

- чтобы студенты могли использовать приобретенные навыки и умения необходимо в конце каждого практического занятия предлагать студентам выполнение самостоятельной работы по построению чертежей, так как, в основу обучения положены упражнения, предлагающие действовать по образцу;

- по каждому практическому занятию предложить студентам выполнять отчеты по проделанной работе;

- в конце методических указаний по каждому из занятий приводится перечень вопросов, рассмотренных на данном лабораторном занятии – практикуме, с тем, чтобы студенты выполняли свои работы осознанно и могли воспроизводить свои действия в схожих ситуациях, переносить приобретенные умения на другие задания;

- для осуществления текущего контроля усвоения материала преподавателю необходимо проводить индивидуальный опрос студентов по ходу занятия. Это побуждает студентов готовиться к занятиям и помогает выявить пробелы в усвоении материала, установить на каких вопросах следует сосредоточить дополнительное внимание.

Особое внимание уделяется на занятиях построению параметрических чертежей. Если обычный чертеж содержит лишь информацию о составляющих его объектах, то параметрический

чертеж кроме этого содержит еще и информацию о связях между объектами и о наложенных на объекты ограничениях.

Кроме обучения навыкам построения чертежей по 2-D технологиям, предусмотрено и построение объемной детали по 3-D технологии. Студенты обучаются принципам построения объемной детали и навыкам работы в трехмерном пространстве с использованием операций выдавливания, приклеивания и т.д.

Проведение такого практикума позволяет осуществить личностный, индивидуальный подход к обучаемым. Каждый студент обеспечивается индивидуальным методическим пособием, может работать в темпе, привычном для него, а это способствует лучшему усвоению больших объемов знаний.

Познакомившись с возможностями указанного интерфейса и приобретя навыки в выполнении чертежей, студенты на последующих занятиях выполняют все чертежи, предусмотренные в курсе инженерной графики: разъемные и неразъемные соединения, резьбовые соединения и т.д. При выполнении заданий студенты активно используют библиотеки КОМПАС-3D, например, в соединении болтом или заклепкой, а также при построении сечений и т. д.

По теме «Эскизирование» студенты выполняют эскизы предложенных сборочных единиц от руки, замеряют все размеры деталей и наносят их на построенные изображения. Следующий этап работы – «Создание рабочих чертежей сборочной единицы» по готовым эскизам, но без нанесения размеров. Все эти чертежи студенты выполняют на одном формате. Завершающей операцией является создание «Сборочного чертежа», когда все детали соединяются в сборочный чертеж с учетом требуемых сопряжений между отдельными деталями и с простановкой габаритных размеров. Заключительным этапом работы со сборочной единицей является составление спецификации данной сборочной единицы в ручном и полуавтоматическом режимах.

И, наконец, последняя тема «Детализирование сборочного чертежа». Студенты выполняют рабочие чертежи двух, указанных преподавателем, деталей с использованием всех необходимых разрезов, дополнительных видов, сечений, выносных элементов и наносят все необходимые размеры.

Какие выводы можно сделать в результате проделанной

работы? Эксперимент, в первую очередь, показал, что компьютер – это необходимый инструмент в системе образования. Задачи обучения студентов навыкам и умениям по созданию и использованию конструкторской документации с применением технических средств решаемы. Студент должен стать активным пользователем, творчески вовлеченным в процесс взаимодействия с ЭВМ. Важнейшая задача высшей школы – научить учиться. Содержательное и методическое обновление преподавания графических дисциплин необходимо ориентировать на применение новых информационных технологий и это должно стать основой профессиональной подготовки будущих специалистов высшей школы и их дальнейшей переподготовки.

УДК 004.78

*Сакович Н.Е., к.т.н., доцент  
ФГОУ ВПО «Брянская госсельхозакадемия»*

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В КОНСУЛЬТАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Важнейшей задачей информационно-консультационных служб (ИКС) является своевременное обеспечение сельских товаропроизводителей необходимой для их деятельности информацией, распространение знаний и передового опыта. Именно поэтому в деятельности всех звеньев службы должны активно применяться современные информационные технологии, основанные на использовании компьютеров и систем компьютерной связи.

Важной особенностью современных информационных технологий является регулярность и оперативность обновления информации, доступной клиентам различных информационных компьютерных систем. С учетом перспективности этого направления деятельности ИКС ее сотрудники должны иметь достаточно четкое представление о типах современных систем, которые могут быть применены, а также о возможностях их рационального применения и проблемах, связанных с таким применением.

Исторически **первым типом** являются так называемые **информационно-поисковые системы**. С их помощью обеспечивается доступ к базам данных различного объема.

Пользователь тем или иным способом формулирует свой запрос (в диалоге, через систему меню, в виде фразы), а затем отбирает из базы информацию, которая соответствует данному запросу.

Применительно к ИКС в качестве баз данных, к которым могли бы с пользой для себя обращаться сельские товаропроизводители, можно указать базы данных: по юридическим документам, по формам удобрений, по видам сельскохозяйственной техники и т.п.

*Например, какие виды удобрений, в каких сочетаниях и в какие сроки рекомендуется вносить под ту или иную культуру при условии ее выращивания на почвах с конкретными характеристиками, а также какие виды сельхозтехники в каких комбинациях необходимо для этого использовать.*



Рисунок 1 - Взаимодействие пользователей с информационно-поисковыми системами

**Второй тип** современных информационных технологий предполагает активную **обратную связь** пользователей с компьютерной системой не только на стадии поиска информации, но и при формировании содержания баз данных для последующей обработки.

*Например, в крупном хозяйстве на основе учета отработанного времени и объема выработки может быть принято решение о размере заработной платы каждого работника за конкретный период. В фермерском хозяйстве подобным же образом на основе регистрации затрат могут быть подготовлены документы для налоговых органов.*



Рисунок 2 - Взаимодействие пользователей с управленческими информационными системами и другими аналогичными системами обратной связи

Третий тип информационных технологий предполагает выдачу пользователю определенных советов (рекомендаций). **Системы поддержки решений, экспертные или советующие системы** строятся на основе баз знаний, которые, как правило, ориентированы на некоторую модель. Среди моделей преобладают такие, которые обобщают некоторый опыт или знания по типу "Если ..., то ...". Например, "если температура в помещении ниже 16°C, то включить обогрев", или "если наблюдается снижение оплодотворяемости, то возможен избыток протеина в кормах" (рис.3).



Рисунок 3 - Взаимодействие пользователей с экспертными системами (системами знаний)

**Четвертый**, тип информационных технологий уже в самом названии (**сетевые системы**) предполагает обязательное взаимодействие с другими людьми через компьютерную сеть. В

простейшем случае это может быть локальная сеть, работающая в пределах организации (например, управленческая информационная система агрофирмы, Interet



Рисунок 4 - Взаимодействие пользователей с сетевыми системами

Подводя итог, можно отметить, что современные информационные технологии могут с успехом применяться в рамках ИКС лишь в том случае, когда специалисты по их использованию будут не только знать предоставляемые дополнительные возможности, но и не забывать о проблемах, связанных с этим.

## Литература

1. М.В. Вулков. Информационные технологии в консультационной деятельности. – М.: Издательство МСХА, 2004.- с. 89-91.
2. Организация и функционирование информационно-консультационных служб для сельских товаропроизводителей. Под ред. В.М. Кошелева. – М.: Издательство МСХА, 2000.- 212 с.

УДК 378:002

*Сакович Н.Е. к.т.н., доцент  
ФГОУ ВПО «Брянская госсельхозакадемия»*

## О ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ ЭНЕРГЕТИКА «АКУЛА 1.3»

В своей деятельности энергетикам часто приходится пользоваться справочной литературой, зачастую на это уходит очень много времени - ведь это тысячи страниц специальных пособий. Например для того, чтобы рассчитать заземление (контур) для производственных нужд необходимо иметь под рукой не один справочник.



Программный комплекс энергетика «Акула» призван облегчить выбор электротехнического оборудования для следующих задач:

- расчет заземляющих устройств;
- расчет сечения электропроводки;
- расчет потерь напряжения сети до 1000В;
- расчет освещенности (выбор светильников) ;
- расчет аппаратов защиты;
- расчет молниезащиты;
- расчет электроэнергии;
- расчет потерь электроэнергии;
- расчет мощности объектов.

В Программный комплекс энергетика «Акула» включен также развернутый справочный материал по данным задачам. Представленные программы предназначены для широкого круга специалистов: энергетиков различных структурных подразделений; инженеров проектных организаций; дизайнеров (модуль расчета освещенности); прорабов строителей; других технических специалистов, желающих разобраться в данных направлениях.

Комплекс также эффективен для обучения студентов и начинающих специалистов электротехнических специальностей.

Большинство исходных данных представлено в форме нормализованных таблиц, при этом, специалисты могут их корректировать самостоятельно. Благодаря простому и наглядному

интерфейсу, минимуму исходных данных, подсказкам и скорости расчетов - данный комплекс позволяет легко производить сравнительные оценки для различных технических данных.

Помимо основного результата, программа выдает также промежуточные данные расчетов, скрытые коэффициенты, наглядные рисунки.

Программный комплекс энергетика «Акула» выполнен в модульном виде, что позволяет работать с несколькими модулями одновременно, а также пользоваться справкой и теорией

Модуль «*Расчет аппаратов защиты*» позволяет в сетях до 1000 В переменного тока выбрать групповые и вводной защитные аппараты (предохранители, автоматические выключатели с регулируруемыми или регулируемыми уставками) групповых щитов исходя из параметров источника питания и нагрузки. Расчет вводного автомата выполняется на основании расчетных формул и параметров нагрузки, указанных в ДБН В.2.5-23-2003 «Проектирование электрооборудования объектов гражданского назначения».

Модуль «*Расчет молниезащиты*» позволяет на основании данных о защищаемом здании выбрать наиболее оптимальный способ молниезащиты или сравнить результаты защиты здания различными способами. В программу введены дополнительные способы молниезащиты и возможность учета формы здания. Расчет при вводе минимума исходных данных полностью автоматизированный и выдает все необходимые расчетные показатели молниезащиты. К достоинствам данной программы следует отнести также способность учета параметров кровли здания и выбор места установки молниеотводов: на кровле или рядом на земле. Выбор способа молниезащиты и расчеты выполнены на основании «Инструкции по устройству молниезащиты зданий и сооружений».

Модуль «*Расчет мощности объектов*» позволяет определить электрическую мощность объектов гражданского назначения на предварительной стадии проектирования и рассчитать расход электроэнергии (активной и реактивной составляющих) для одиночных объектов, а также для крупных многофункциональных комплексов.

Модуль «*Расчет освещенности*» позволяет на основании минимальных данных о помещении и предпочтительного



типа световых приборов выбрать количество светильников для требуемой освещенности.

Модуль *«Расчет потерь напряжения сети»* позволяет в сетях до 1000 В постоянного или переменного тока определить потери напряжения или рассчитать сечение подводимого провода (кабеля) к выбранной нагрузке, исходя из нормативно допустимых потерь напряжения

Модуль *«Расчет потерь электроэнергии»* позволяет в сетях до 10000 В переменного тока рассчитать потери электроэнергии (активной и реактивной составляющих) в следующих элементах сети: в трансформаторах; в кабельных линиях (в земле и по воздуху); в воздушных линиях (провода на изоляторах); в линиях с проводами типа СИП (алюминиевыми).

Модуль *«Расчет проводки»* позволяет в сетях до 1000 В определить сечение подводимого провода (кабеля) к выбранной нагрузке постоянного или переменного тока.

Модуль *«Расчет заземляющих устройств»* позволяет определить количество вертикальных электродов в контуре заземления на основании: нормативно допустимого по ПУЭ сопротивления заземляющего устройства; удельного сопротивления грунта; толщины верхнего слоя грунта; климатической зоны; материала и геометрических размеров заземлителя.

Таким образом, использование данного Комплекса возможно студентами факультета Энергетики и природопользования на занятиях по дисциплине «Прикладное программное обеспечение», а также при написании ими дипломного проекта.

## Литература

1. <http://anvdelta.com>

УДК 378:002

*Сакович Н.Е., к.т.н., доцент  
ФГОУ ВПО «Брянская госсельхозакадемия»*

## ИНТЕРАКТИВНЫЕ ОБУЧАЮЩИЕ СИСТЕМЫ КАК СРЕДСТВО ЭФФЕКТИВНОЙ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ

С каждым годом число людей, которым компьютер необходим, неуклонно возрастает. Умение пользоваться ПК и существующими информационными технологиями становится актуальным и для работников образования – учителей, педагогов. Сферы применения компьютерных средств поддержки процесса обучения гораздо шире, чем только учебные заведения. Это крупные промышленные предприятия, военные и гражданские организации, ведущие самостоятельную подготовку и переподготовку кадров.

Кроме того, в цивилизованных странах становится уже стандартом снабжать новые сложные машины и технологии компьютерными обучающими системами, облегчающими и ускоряющими процесс их освоения и внедрения.

Стремительный рост объема и сложности изучаемого материала, необходимости его быстрого обновления при одновременном увеличении контингента обучаемых привели к тому, что, по мнению многих ученых традиционная система обучения стала недостаточно эффективной, т.к. принципы, лежащие в ее основе, в условиях массового обучения не удается реализовать.

Применение новых достижений компьютерной технологии (графика высокого разрешения, звук, видео, использование информации, созданной в других программах и др.) позволяет улучшить диалог обучающей программы с пользователем, расширить сферы применения программы. По данным ЮНЕСКО при аудиовосприятии усваивается 12% информации, при визуальном около 25%, а при аудиовизуальном до 65% воспринимаемой информации.

Сегодня создано большое количество подобного рода программных продуктов, делаются попытки их классифицировать по разным признакам, дать определения:

✓ *Обучающая система* (Training system) - аппаратурно-программный комплекс, предназначенный для обучения пользователей. Основная задача обучающей системы состоит в эффективной передаче знаний в зависимости от степени подготовленности

пользователей и их способности усваивать полученную информацию. Различают автономные и сетевые обучающие системы.

✓ *Автоматизированная обучающая система (АОС)*- комплекс программно-технических и учебно-методических средств, обеспечивающих активную учебную деятельность: обучение конкретным знаниям; проверку ответов учащихся; возможность подсказки;- привлекательность изучаемого материала.

✓ *Виртуальный класс (Virtual class)* - обучающая система, работающая с группой учащихся, находящихся в различных помещениях или зданиях.

✓ *Обучающая программа* - программа, предназначенная для передачи учащемуся некоторых знаний и/или развития навыков. Обычно обучающая программа подразделяется на собственно обучающую и на контролирующую части.

✓ *Тренажер* - обучающая система, имитирующая штатные и нештатные ситуации, на которые обучающийся должен адекватно и своевременно реагировать.

К основным достоинствам интерактивных обучающих систем относятся:

- возможность использования преимуществ индивидуального обучения;
- интенсификация обучения;
- возможность индивидуальной адаптации курса обучения к потребностям обучаемых или условиям обучения;
- возможность использования и тиражирования передового опыта;
- повышение доступности образования;
- обучение навыкам самостоятельной работы;
- разгрузка преподавателя от ряда рутинных, повторяющихся действий (чтение материалов, проверки контрольных работ и т.д.);
- возможность использования в рамках дистанционного обучения, переобучения и повышения квалификации.

Повышение эффективности обучения при использовании обучающих систем было подтверждено рядом исследований. Этому способствуют такие факторы, как:

1. Индивидуализация обучения. Наиболее эффективно, но и наименее экономно индивидуальное обучение (один преподаватель и один ученик). Самая экономичная, но и наименее эффективная система - массовое обучение. Внедрение обучаю-

щих систем позволит совместить достоинства индивидуального обучения (в смысле эффективности) и массового (в смысле экономичности).

2. Интенсификация обучения. Она достигается за счет индивидуальности обучения (толпа всегда идет медленнее одного человека), а также за счет того, что обучаемый не привязан ко времени занятия и к преподавателю, а может заниматься в удобное для себя время.

3. Использование выразительных средств вычислительной техники (ВТ), таких как наглядность, наличие средств моделирования объектов и процессов и т.п.

4. Возможность организации постоянного контроля степени усвоения знаний, способствующего более прочному закреплению материала.

Кроме повышения эффективности обучения внедрение обучающих систем имеет и другие положительные эффекты:

- ✓ работа с обучающей системой развивает умение и навыки самостоятельной работы;
- ✓ обучающие системы разгружают преподавателя от ряда трудоемких и часто повторяющихся операций по представлению учебной информации и контролю знаний; способствуют разработке объективных методов контроля знаний; облегчают накопление передового учебно-методического опыта.
- ✓ применение обучающих систем может упростить переход к обучению по более широкому перечню специализаций, благодаря которому каждый получает возможность получить подготовку с индивидуальным профессиональным и образовательным уклоном.
- ✓ возможно применение обучающих систем в системе дополнительного профессионального образования, особенно в тех областях деятельности, в которых имеет место низкая эффективность традиционных способов передачи знаний посредством лекционных занятий.
- ✓ применение обучающих систем позволяет предоставить образовательные услуги более широкому кругу обучаемых, в т.ч. в рамках дистанционного обучения.

В заключение следует отметить, что интерактивные обу-

чающие системы, являясь эффективнейшим средством получения достоверной информации об особенностях профессионального опыта эксперта, дает возможность минимизировать время обучения, преодолеть порог трудности обучения, и приспособить процесс обучения к особенностям каждого конкретного обучаемого.

### Литература

1. Дьяконов В.П. и др. Новые информационные технологии. Учебное пособие / Под ред. проф. В.П. Дьяконова. М.: СОЛОН-Пресс, 2005.- 640стр. - (серия «Библиотека студента»).

2. Александрова Л.А., Тумбинская М.В. Модель интерактивной обучающей системы. // «Программные продукты и системы», №2, 2009.- с. 17-21.

УДК 621. 838(05)

*Сакович Н.Е., к.т.н., доцент,*

*Никулин В.В. инженер*

*ФГОУ ВПО «Брянская госсельхозакадемия»*

### **РАЗВИТИЕ КОНСТРУКЦИЙ АНТИБЛОКИРОВОЧНЫХ СИСТЕМ АВТОМОБИЛЕЙ**

Существует большое разнообразие конструктивных схем антиблокировочных систем и вариантов их применения.

Каждая система включает следующие элементы:

- датчики механического (инерционного) или электромагнитного типа (импульсные генераторы или тахогенераторы);
- устройство управления механического или электронного типа;

- исполнительный механизм гидравлического, пневматического, вакуумного, электрического или комбинированного типа;

- систему питания (источник энергии) гидравлического, пневматического или вакуумного типа с механическим или электрическим управлением.

На рисунке 1 приведена принципиальная схема устройства и действия антиблокировочной системы с механическим датчиком, механическим управляющим устройством и вакуумным исполнительным механизмом. Регулирование тормозных сил осуществляется в зависимости от замедления пары колес задней оси автомобиля. Привод тормозов – гидравлический.

Датчик – инерционного типа, состоит из маховика 5, связанного фрикционом 3 с втулкой 4 и шкивом 1. Шкив 1 вращается на подшипнике корпуса 11. Ось маховика расположена параллельно продольной оси автомобиля. Маховик получает вращение от карданного вала автомобиля через ременную передачу. Управляющий механизм выполнен в виде клинового (шарикового) разжимного клапана. На торцевой части втулки 4 сделаны кольцевые углубления, в которые заложены шарики 7. На торцевой части пластины 6 углубления для шариков сделаны наклонными. Пластина 6 пружиной 8, действующей на стержень 9, прижимает шарики 7 ко втулке 4. Пластина может перемещаться по направляющим пальцам 2. Пальцы 2 ограничивают также угол поворота маховика 5 относительно шкива. Исполнительный механизм смонтирован на магистрали гидравлического привода тормозов задней оси автомобиля. Механизм имеет клапан 17 и плунжер 12, который управляется воздушно-вакуумной камерой 15. В исходном состоянии клапан 10 закрыт и магистраль Б изолирована от атмосферы. В камере 15, соединенной вводом Д с вакуумным баллоном (впускным трубопроводом двигателя), поддерживается вакуум по обе стороны диафрагмы 14. Клапан 17 действием пружины 13 открыт, и тормозные цилиндры (магистраль Г) свободно сообщаются с главным цилиндром (магистраль В).

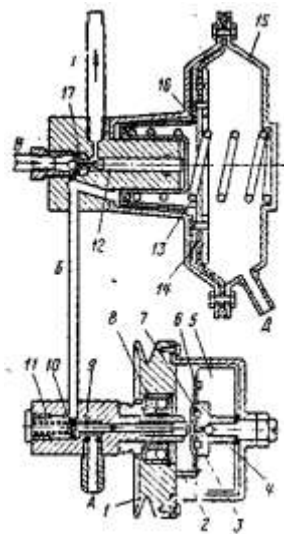


Рисунок 1 – Схема устройства и рабочее положение деталей антиблокировочной системы с механическим датчиком

При обычном торможении, не достигающем блокирования колес, рабочее положение деталей соответствует схеме, показанной на рисунке 1.. При этом шкив датчика и маховик 5 вращаются с одинаковой скоростью, шарики находятся в углублениях пластины 6. Инерционный момент маховика 5 уравновешивается моментом трения фрикциона 3, а также моментом от сил сопротивления перекачиванию шариков 7, нагруженных силами инерции стержня 9 и его пружины 8.

При торможении с предельным использованием сцепного веса задних колес вначале блокирования колес резко возрастает угловое замедление шкива 1, поэтому инерционный момент маховика 5 превышает момент сопротивления со стороны шариков. Маховик проворачивается относительно шкива, сдвигая пластину 6, а вместе с ней и стержень 9 в осевом направлении. Стержень перекрывает клапан 10, включая в работу исполнительный механизм. Атмосферный воздух, проходящий через отверстие А в магистраль, действует на диафрагму 14 и перемещает плунжер 12 вправо. При этом шариковый клапан закрыва-

ется и отключает магистраль Г рабочих цилиндров от главного цилиндра. При перемещении плунжера увеличивается объем магистрали привода тормозов задних колес, поэтому давление жидкости резко снижается, колеса разблокируются и начнут вращаться с ускорением. Ускоренное вращение шкива 1 позволяет маховику 5 сместиться в исходное положение, при этом шарики войдут в углубления пластины 6 и стержень 9 закроет клапан 10. В полости под диафрагмой 14 через отверстие 16 восстановится вакуум. Плунжер 12 под действием пружины 13 вытеснит жидкость в магистраль рабочих цилиндров тормозов.

Возрастание давления жидкости приведет к развитию процесса торможения колес и повторному срабатыванию системы. Цикл повторяется от изменения условий сцепления колес или усилия на педали тормоза.

Система с механическим датчиком инерционного типа может быть сделана так, что регулирование процесса торможения колес будет происходить в зависимости от двух параметров: замедления автомобиля и колес. С этой целью маховик устанавливается подвижно в осевом направлении (система TRW). Вследствие этого силы инерции поступательного движения маховика сопоставляются в дифференциальном устройстве с силами инерции вращательного движения, значительное рассогласование замедлений вызывает срабатывание управляющего устройства и затем исполнительного механизма

Механические инерционные датчики требуют постоянной кинематической связи с колесом или карданным валом автомобиля. Вследствие постоянной работы всех деталей датчика происходит их ускоренный износ. Широкое распространение получают электромагнитные датчики. Обычно применяется зубчатый диск или пазы на окружности барабана (диска).

Диск вращается в магнитном поле катушки. Уровень сигнала характеризует скорость вращения колеса, а число зубьев определяет частоту сигналов. Датчик включается в электронную схему управляющего устройства.

Принципиальная схема антиблокировочной системы с электромагнитным датчиком и электронным управляющим устройством для тормозной системы с пневматическим приводом седельного автопоезда (система Maharet Mk2E) приве-



дена на рисунке 2.

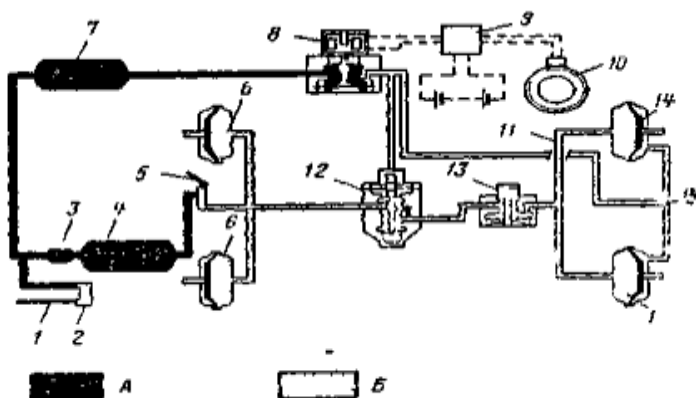


Рисунок 2 – Принципиальная схема антиблокировочной системы Махaret Mk2E

В этой системе управляющее давление воздуха подается под диафрагмы рабочих тормозных камер, нагруженных сжатым воздухом, поступившим от тормозного крана.

При обычном торможении давление воздуха в полости тормозных камер 14 и 16 задних колес устанавливается равным давлению в тормозном кране 5. Камеры выключения тормозов, расположенные с противоположной стороны диафрагм рабочих тормозных камер, сообщаются с атмосферой через открытое атмосферное отверстие клапана 8. В этом случае система антиблокирования не влияет на работу тормозной системы автомобиля.

При блокировании колес задней оси электронное управляющее устройство 9 дает ток в соленоид клапана 8 регулятора давления. При этом атмосферное отверстие закрывается, а воздушное (впускное) открывается. Сжатый воздух, поступающий из воздушного баллона 7 в камеры выключения по магистрали 15, создает противодавление, уменьшающее приводное усилие тормозов, тормозной момент снижается. Одновременно управляющее давление подается к клапану 12 регулирования чувствительности системы,

который вместе с уравновешивающим клапаном 13 путем частичного стравливания воздуха из рабочих тормозных камер в атмосферу поддерживает рабочее давление примерно на одном уровне, определяемом тенденцией к блокированию колес независимо от дальнейшего увеличения усилия на педали тормоза.

Когда тенденция к блокированию колес исчезает, электронное управляющее устройство обесточивает соленоид клапана 8 и сжатый воздух стравливается через открытый атмосферный клапан. Тормозной момент повышается до тех пор, пока не появится тенденция к блокированию колес. Цикл повторяется примерно 8 раз в секунду в процессе резкого торможения. Система предотвращает блокирование колес, которое обычно приводит к заносу автомобиля или складыванию седельного автопоезда.

### **Литература**

1. Афанасьев Л.Л. и др. Конструктивная безопасность автомобилей.- М.: Машиностроение, 1983.- 212 с.
2. Христофоров Е.Н., Сакович Н.Е., Шкрабак В.С. Теория и практика обеспечения безопасности дорожного движения в АПК [Текст] / В.С. Шкрабак, Е.Н. Христофоров, Н.Е. Сакович // Монография. – Брянск.: Изд. Брянская ГСХА, 2008. – 285 с. – ISBN 5 – 88517 – 146 – 7.

УДК 621. 838(05)

*Сакович Н.Е. к.т.н., доцент,  
Никулин В.В. инженер  
ФГОУ ВПО «Брянская госсельхозакадемия»*

### **МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТОРМОЗНЫХ СИСТЕМ**

В последние годы в нашей стране и за рубежом создано и выпущено значительное количество приборов и стендов для диагностирования тормозов. Созданы методы и средства для диагностирования тормозной системы в дорожных условиях, для ста-

ционного диагностирования в процессе технического обслуживания и технического ремонта или же после его выполнения. Разрабатываются методы и средства встроенного диагностирования тормозов (бортовая диагностика).

Техническое диагностирование – процесс определения технического состояния объекта с определенной точностью. Различают диагностику общую, направленную на определение технического состояния автомобиля (агрегата, узла) без выявления конкретной неисправности («исправен», «неисправен») и поэтапную (углубленную), направленную на определение технического состояния конкретного агрегата (узла, системы) с выявлением места, причины и характера неисправности и отказа.

Методы и средства диагностирования автомобилей служат для имитации режимов их работы, измерения диагностических параметров и постановки диагноза.

Методы диагностирования автомобилей классифицируются:

1. По диагностическим параметрам:
  - по параметрам эффективности объекта диагностирования;
  - по параметрам сопутствующих процессов и геометрически.
2. По глубине диагностирования:
  - общее Д1;
  - углубленное Д2.
3. По виду применяемых средств:
  - станционное;
  - портативное.
4. По способу применения:
  - стационарное;
  - с помощью бортовой диагностики.

По видам измеряемых диагностических параметров методы диагностирования подразделяются на две группы: функциональные, которые соответствуют параметрам эффективности объекта диагностирования (например, такой параметр, как тормозной путь) и локальные, которые соответствуют параметрам процессов, сопутствующих функционированию объекта (например, нагрев) или же геометрическим параметрам (зазор, люфт).

Первая группа методов и средств предназначается главным образом для определения работоспособности объекта в целом.

Если же рабочие параметры не соответствуют нормам, то диагностирование углубляют, определяя причины неисправностей его элементов при помощи локальных методов. По статистическим данным количество ДТП, обусловленных неисправностями тормозных систем автомобиля, составляет от 36 до 50% от всех аварий, происшедших по техническим причинам. Своевременное выявление этих неисправностей должно обеспечиваться диагностированием.

Для углубленного диагностирования тормозных систем необходимо выявить закономерности измерения параметров технического состояния объекта диагностирования, выбрать диагностические параметры, определить характеристики их изменения и связи с параметрами состояния объекта, установить нормативные значения диагностических параметров, определить способ постановки диагноза, выбрать и обосновать соответствующие методы и измерительные средства, определить оптимальную процедуру и алгоритм диагностирования.

Общее диагностирование автомобиля в дорожных условиях осуществляют следующими методами:

- по синхронности начала торможения всеми колесами;
- по максимальному замедлению автомобиля.

Диагностирование по тормозному пути заключается в наблюдении за автомобилем при резком однократном нажатии на педаль тормоза (сцепление при этом выключено) и измерении тормозного пути. Одновременно наблюдают за синхронностью торможения по следам шин, оставленным на дороге. Испытательный участок должен соответствовать требованиям ОСТ-37.001.067-86 покрытие дороги должно быть твердым, сухим, ровным, связанным и обеспечивать сцепление колёс с дорогой, достаточное для достижения предписанной эффективности торможения. Нормативный тормозной путь для автомобиля категории М<sub>1</sub> должен составлять 14,7 м со скоростью 40 км/ч. Этот способ не дает достоверных испытаний, пользование им затруднено в связи с необходимостью иметь достаточно большой участок горизонтальной дороги с твердым, сухим и ровным покрытием.

Диагностирование тормозных систем по замедлению авто-

мобилей при помощи переносных приборов – деселерометров – осуществляется также на ровном горизонтальном участке дороги. Автомобиль разгоняют до скорости 40 км/ч и резко тормозят однократным нажатием на педаль при выключенном сцеплении. При этом измеряют максимальное замедление  $j_{max}$ . Нормативное замедление для автомобилей категории М<sub>1</sub> должно составлять не менее 5,8 м/с по ГОСТ Р 51709-2001.

Для диагностирования тормозов автомобилей при помощи встроенных приспособлений (бортовая диагностика) применяют системы, которые дают информацию об изношенности тормозных колодок, уровне тормозной жидкости, о давлении в приводе, работе ручного тормоза и других. Система состоит из встроенных датчиков и щитковых указателей или аварийных сигнализаторов. Встроенное диагностирование обеспечивает возможность непрерывного слежения за состоянием тормозов. С этой точки зрения оно идеально. Ограниченность же применения встроенного диагностирования обусловлена значительной его стоимостью.

Оснащение тормозных систем автомобилей дополнительными устройствами (гидروвакуумными усилителями, регуляторами тормозных сил, антиблокировочными системами, устройствами для автоматической регулировки зазоров между колодками и тормозными барабанами) и ужесточение требований к тормозным системам делают неэффективными традиционные дорожные методы и средства их проверки. Эффективность проверки тормозных систем автомобилей обеспечивается применением специализированных стендов.

Стендовые методы испытания тормозов автомобилей позволяют осуществлять более точное и достоверное диагностирование. Тормозные стенды должны удовлетворять общим техническим требованиям к средствам технического диагностирования автомобилей, тракторов, строительных и дорожных машин по ГОСТ 25176-82, а также требованиям к стендовому оборудованию для проверки тормозных систем автотранспортных средств по ГОСТ Р 51709-2001.

Анализ методов диагностирования тормозных систем автотранспортных средств показал, что к основным видам испытаний тормозных систем АТС относится дорожный и стендовый [227].

С точки зрения соблюдения предписаний официальной

государственной нормативно-технической документации (ГОСТ), эти методы равноправны. В Правилах дорожного движения предпочтение отдано дорожному методу испытаний, так как он позволяет определить непосредственно те параметры торможения автомобиля, которые определяют безопасность его движения на дороге. Этот метод предполагает более широкие организационные практические возможности проведения дорожных испытаний по сравнению со стендовыми.

С другой стороны, метод стендовых испытаний позволяет получить больше информации о техническом состоянии тормозных систем, менее трудоемок, так как требует меньшего времени на подготовку испытаний и их проведение. Не требуется времени для установки специальной аппаратуры, на разгон автомобиля до требуемой скорости (как при дорожных испытаниях). Этот метод позволяет проводить испытания практически при любых внешних метеорологических условиях, что далеко не всегда позволяет состояние дороги при дорожных испытаниях. Например, для измерения тормозных сил одного автомобиля на силовом тормозном стенде требуется в среднем от 3 до 5 минут. В целом стендовые испытания требуют меньших затрат на их подготовку и проведение, поэтому они более экономичны и более перспективны.

## Литература

1. Афанасьев Л.Л. и др. Конструктивная безопасность автомобилей.- М.: Машиностроение, 1983.- 212 с.
2. Христофоров Е.Н., Сакович Н.Е., Шкрабак В.С. Теория и практика обеспечения безопасности дорожного движения в АПК [Текст] / В.С. Шкрабак, Е.Н. Христофоров, Н.Е. Сакович // Монография. – Брянск.: Изд. Брянская ГСХА, 2008. – 285 с. – ISBN 5 – 88517 – 146 – 7.

## **ТРАНСПОРТ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

Транспорт – один из важнейших элементов материально-технической базы общественного производства и необходимое условие функционирования современного индустриального общества, так как с его помощью осуществляется перемещение грузов и пассажиров. Различают гужевой, автомобильный, сельскохозяйственный (трактора и комбайны), железнодорожный, водный, воздушный и трубопроводный транспорт.

В настоящее время земной шар покрыт густой сетью путей сообщения. Протяженность магистральных автомобильных дорог мира с твердым покрытием превышает 12 млн км, воздушных линий – 5,6 млн км, железных дорог – 1,5 млн км, магистральных трубопроводов – около 1,1 млн км, внутренних водных путей – более 600 тыс. км. Морские линии составляют многие миллионы километров.

Наряду с преимуществами, которые обеспечивает обществу развитая транспортная сеть, ее прогресс сопровождается также негативными последствиями – отрицательным воздействием транспорта на окружающую среду, и прежде всего на тропосферу, почвенный покров и водные объекты.

Все транспортные средства с автономными первичными двигателями в той или иной степени загрязняют атмосферу химическими соединениями, содержащимися в отработанных газах. В среднем вклад отдельных видов транспортных средств в загрязнение атмосферы следующий:

- автомобильный – 85%,
- морской и речной – 5,3%,
- воздушный – 3,7%,
- железнодорожный – 3,5%,
- сельскохозяйственный – 2,5%

Во многих больших городах, таких, как Берлин, Мехико, Токио, Москва, Санкт – Петербург, Киев, загрязнение воз-

духа автомобильными выхлопами составляет, по разным оценкам, от 80 до 95% всех загрязнений.

Что касается загрязнения атмосферы другими видами транспорта, то здесь проблема имеет меньшую остроту, поскольку транспортные средства этих видов не концентрируются непосредственно в городах. Так, в крупнейших железнодорожных узлах все движение переведено на электротягу и лишь на маневровой работе используют тепловозы. Речные и морские порты, как правило, размещены за пределами жилых кварталов городов, а движение судов в районах портов практически незначительно. Аэропорты, как правило, относят от городов на 20...40 км. Кроме того, большие открытые пространства над аэродромами, как и над речными и морскими портами, не создают опасности высоких концентраций токсичных примесей, выделяемых двигателями. Следует отметить, что на железнодорожном, морском, речном и современном воздушном транспорте почти не используют карбюраторные бензиновые двигатели.

Наряду с загрязнениями окружающей среды вредными выбросами следует отметить физическое воздействие на атмосферу в виде образования антропогенных физических полей (повышенный шум, инфразвук, электромагнитные излучения). Из этих факторов наибольшее воздействие оказывает шум. Транспорт - основной источник акустического загрязнения окружающей среды. В крупных городах уровень шума достигает 70...75 дБА, что в несколько раз превышает допустимые нормы. Основными источником акустического загрязнения окружающей среды является автомобильный транспорт: его вклад в акустическое загрязнение в городах составляет от 75 до 90%.

## Литература

1. Тотай А.В., Корсаков С.Д., Филин С.С. и др. Экология. – М.: ЮРАЙТ, 2011. – 407 с.

2. Христофоров Е.Н., Сакович Н.Е., Шкрабак В.С. Теория и практика обеспечения безопасности дорожного движения в АПК [Текст] / В.С. Шкрабак, Е.Н. Христофоров, Н.Е. Сакович



// Монография. – Брянск.: Изд. Брянская ГСХА, 2008. – 285 с. – ISBN 5 – 88517 – 146 – 7.

УДК 504.13.658

*Сакович Н.Е., к.т.н., доцент  
ФГОУ ВПО «Брянская госсельхозакадемия»*

## **ВЛИЯНИЕ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

Современный автомобиль – пример неэкологичного транспортного средства.

Общий мировой парк автомобилей насчитывает 800 млн единиц, из которых 83...85% составляют легковые автомобили, а от 15 до 17% – грузовые и автобусы. Выставленные бампер к бамперу, они составили бы цепочку длиной 4 млн км, которой 100 раз можно обернуть земной шар по экватору. Если тенденции роста выпуска автотранспортных средств (АТС) останутся неизменными, то к 2015 г. число автомобилей может возрасти до 1,5 млрд шт.

Автомобильный транспорт, с одной стороны, потребляет из атмосферы кислород, а с другой - выбрасывает в нее отработавшие газы, картерные газы и углеводороды из-за испарения их из топливных баков и негерметичности систем подачи топлива.

Автомобиль отрицательно воздействует практически на все составляющие биосферы: атмосферу, водные, земельные ресурсы, литосферу и человека. Масштабы этого воздействия схематично представлены на рисунке 1.

Выхлопы от автотранспорта распространяются на улицах города вдоль дорог, оказывая вредное воздействие на пешеходов, жителей расположенных рядом домов и растительность. Выявлено, что зоны с превышением ПДК по диоксиду азота и оксиду углерода охватывают до 90% городской территории.

Автомобиль – самый активный потребитель кислорода воздуха. Если человек потребляет до 20 кг (15,5 м<sup>3</sup>) воздуха в сутки и до 7,5 т в год, то современный автомобиль для сгорания

1 кг бензина расходует около  $12 \text{ м}^3$  воздуха, или, в кислородном эквиваленте, около 250 л кислорода. Так, весь автомобильный транспорт США потребляет в 2 раза больше кислорода, чем его регенерирует природа на всей их территории.

Исследования, проведенные на автомагистралях Москвы, показали, что при тихой, безветренной погоде и низком атмосферном давлении на оживленных автомобильных трассах объемная концентрация кислорода в воздухе нередко понижается до 15%.

Таким образом, в крупных мегаполисах автомобильный транспорт поглощает кислорода в десятки раз больше, чем все их население.

Известно, что при концентрации кислорода в воздухе ниже 17% у людей появляются симптомы недомогания, при 12% и меньше возникает опасность для жизни, при концентрации ниже 11% наступает потеря сознания, а при 6% прекращается дыхание с другой стороны, на этих магистралях не просто мало кислорода, но воздух еще насыщен вредными веществами автомобильного выхлопа. Исследования НИИ нормальной физиологии показывают, что в Москве от 92 до 95% загрязнения воздуха дает автомобильный транспорт. Дым, выбрасываемый заводскими трубами, испарения химических производств, гарь от котельных и все прочие отходы деятельности большого города составляют примерно всего 7% общей массы загрязнений. Особенностью автомобильных выбросов является также то, что они загрязняют воздух на высоте человеческого роста, и люди дышат этими выбросами.

В состав выбросов от автомобилей входит около 200 химических соединений, которые в зависимости от особенностей воздействия на организм человека подразделяют на семь групп.

1. Химические соединения, содержащиеся в естественном составе атмосферного воздуха: вода (в виде пара), водород, азот, кислород и диоксид углерода. Автотранспорт выбрасывает в атмосферу такое огромное количество пара, что в Европе и европейской части России оно превышает по массе испарения всех водоемов и рек. Из – за этого растет облачность, а число солнечных дней заметно снижается. Серые, без солнца, дни, непрогретая почва, постоянно повышенная влажность воздуха – все это способствует росту вирусных заболеваний, снижению урожайности сельскохозяйственных культур.

2. Оксид углерода (ПДК 20 мг/м<sup>3</sup>, 4 – й кл.). Это бесцветный газ без вкуса и запаха, очень слабо растворимый в воде. Вдыхаемый человеком, он соединяется с гемоглобином крови и подавляет его способность снабжать ткани организма кислородом. В результате наступает кислородное голодание организма и возникают нарушения в деятельности центральной нервной системы. Последствия воздействия зависят от концентрации оксида углерода в воздухе; так, при концентрации 0,05% через 1 ч появляются признаки слабого отравления, а при 1% наступает потеря сознания после нескольких вдохов.

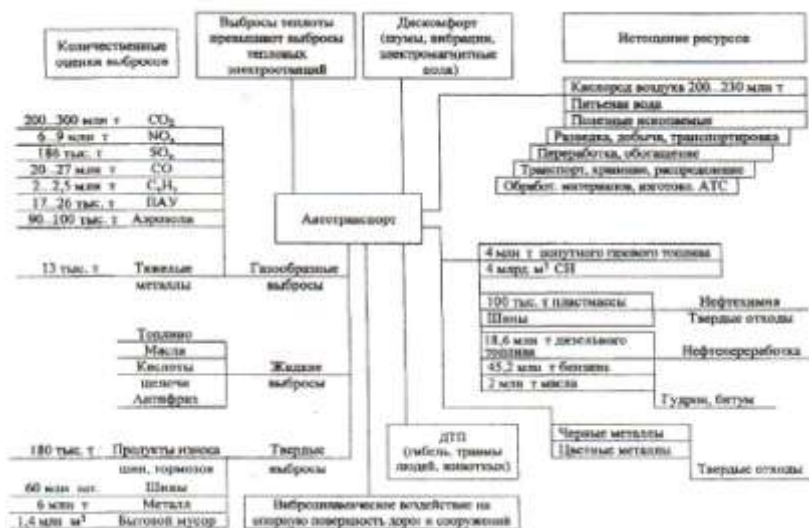


Рисунок 1 – Масштабы воздействия автомобилей на окружающую среду

В таблице 1 приведен состав основных примесей в выхлопных газах бензиновых и дизельных двигателей внутреннего сгорания (ДВС).

Таблица 1 – Состав основных примесей в выбросах автотранспорта, г/т топлива

Компонент выбросов	Двигатели	
	бензиновый	дизельный
Оксиды: Углерода	395,0	9,0

Азота	20,0	33,0
Серы	1,6	6,0
Углеводороды	34,0	20,0
Альдегиды, органические кислоты	1,4	6,0
Твердые частицы (сажа)	2,0	16,0

3. Оксид азота (ПДК 5 мг/м<sup>3</sup>, 3 – й кл.) – бесцветный газ – и диоксид азота (ПДК 2 мг/м<sup>3</sup>, 3 – й кл.) – газ красновато – бурого цвета с характерным запахом. Указанные газы являются примесями, способствующими образованию смога. Попадая в организм человека, они, взаимодействуя с влагой, образуют азотистую и азотную кислоты (ПДК 2 мг/м<sup>3</sup>, 3 – й кл.). Последствия воздействия зависят от их концентрации в воздухе, так, при концентрации 0,0013% происходит слабое раздражение слизистых оболочек глаз и носа, при 0,002% - образование метгемоглобина, при 0,008% - отек легких.

4. Углеводороды. К наиболее опасным из них относится 3,4 – бенз(а)пирен (ПДК 0,00015 мг/м<sup>3</sup>, 1 – й кл.) – мощный канцероген. При нормальных условиях это соединение представляет собой иглообразные кристаллы желтого цвета, плохо растворимые в воде и хорошо в органических растворителях.

5. Альдегиды. Наиболее опасны для человека акролеин и формальдегид. Акролеин – альдегид акриловой кислоты (ПДК 0,2 мг/м<sup>3</sup>, 2-й кл.), бесцветная, с запахом пригорелого жира и весьма летучая жидкость, хорошо растворяющаяся в воде. Концентрация 0,00016% является порогом восприятия запаха, при 0,002% запах труднопереносим, при 0,005% непереносим, а при 0,014% через 10– мин наступает смерть. Формальдегид (ПДК 0,5 мг/м<sup>3</sup>, 2 – й кл.) – бесцветный, с резким запахом газ, легко растворяющийся в воде. При концентрации 0,007% вызывает легкое раздражение слизистых оболочек глаз и носа, а также верхних дыхательных путей, при концентрации 0,018% осложняется процесс дыхания.

Сажа (ПДК 4 мг/м<sup>3</sup>, 3 – й кл.) оказывает раздражающее воздействие на органы дыхания. Исследования, проведенные в США, выявили, что от 50 до 60 тыс. человек умирают ежегодно от загрязнения воздуха сажей. Было выяснено, что частички са-

жи активно адсорбируют на своей поверхности бенз(а)пирен, вследствие этого резко ухудшается здоровье детей, страдающих респираторными заболеваниями, лиц, больных астмой, бронхитом, воспалением легких, а также людей престарелого возраста.

7. Свинец и его соединения. В бензин в качестве антидетонационной присадки вводят тетраэтилсвинец (ПДК 0,005 мг/м<sup>3</sup>, 1–й кл.). Поэтому около 80% свинца и его соединений, загрязняющих воздух, попадают в него при использовании этилированного бензина. Свинец и его соединения снижают активность ферментов и нарушают обмен веществ в организме человека, а также обладают кумулятивным действием, т.е. способностью накапливаться в организме. Соединения свинца особенно вредны для интеллектуальных способностей детей. В организме ребенка остается до 40% попавших в него соединений. В США применение этилированного бензина запрещено повсеместно, а в России – в Москве, Петербурге и ряде других крупных городов.

Число автомобилей в городах и на автотрассах из года в год увеличивается. Экологи считают, что там, где плотность их превышает 1 тыс. на 1 км<sup>2</sup>, среду обитания можно считать разрушенной. (Число машин берут в пересчете на легковые автомобили. Каждый грузовой автомобиль или автобус приравниваются к пяти легковым).

### Литература

1. Афанасьев Л.Л. и др. Конструктивная безопасность автомобилей.- М.: Машиностроение, 1983.- 212 с.
2. Тотай А.В., Корсаков С.Д., Филин С.С. и др. Экология. – М.: ЮРАЙТ, 2011. – 407 с.
3. Христофоров Е.Н., Сакович Н.Е., Шкрабак В.С. Теория и практика обеспечения безопасности дорожного движения в АПК [Текст] / В.С. Шкрабак, Е.Н. Христофоров, Н.Е. Сакович// Монография. – Брянск.: Изд. Брянская ГСХА, 2008. – 285 с. – ISBN 5 – 88517 – 146 – 7.

## **ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ И ПУТИ СНИЖЕНИЯ ВЫБРОСОВ АВТОТРАНСПОРТА**

Приоритетными направлениями снижения загрязнения окружающей среды автомобильным транспортом являются:

- применение новых видов автотранспорта, минимально загрязняющих окружающую среду (например, электромобиль);
- рациональная организация и управление транспортными потоками;
- использование более качественных или экологически чистых видов топлива (например, газ);
- применение совершенных систем - катализаторов топлива - и систем шумоглушения - глушителей шума.

Все мероприятия по снижению выбросов автотранспорта подразделяют на технологические, санитарно-технические, планировочные, административные:

1. Технологические:
  - замена топлива;
  - замена двигателя;
  - совершенствование рабочего процесса двигателя;
  - современное техническое обслуживание.
2. Планировочные:
  - организация пересечения улиц на различных уровнях;
  - организация подземных (надземных) пешеходных переходов;
  - озеленение магистралей и улиц.
3. Санитарно – технические:
  - рециркуляция отработанных газов (ОГ);
  - нейтрализация ОГ.
4. Административные:
  - установление нормативов качества топлива и допускаемых региональных выбросов;
  - вывод из города транзитного транспорта, складских баз и терминалов;

– выделение полос движения общественного транспорта и скоростных дорог безостановочного движения,

Можно выделить два основных направления повышения экологичности автомобильного транспорта. Первое связано с техническим совершенствованием двигателей внутреннего сгорания и организацией рационального дорожного движения, а второе - с разработкой гибридных транспортных средств, электромобилей и автомобилей, оснащенных инерционными накопителями.

Техническое совершенствование ДВС автомобилей идет по следующим направлениям: экономия топлива, введение присадок в топливо, использование комбинированных и новых видов топлива, очистка отработавших газов.

В комплексе технологических мер по снижению вредных выбросов от автотранспорта важное место занимает разработка технологий глубокой очистки бензина и дизельного топлива от серы и некоторых тяжелых металлов, в частности ванадия, непосредственно на предприятиях нефтеперерабатывающей промышленности. Следующей самостоятельной задачей является регулировка двигателей. Известно, что хорошо отрегулированный двигатель на 30...40% улучшает характеристики сгорания топлива, что приводит к сокращению выбросов вредных веществ. Регулировка двигателей выполняется в процессе специализированных работ в стационарных условиях.

Исходя из изложенного следует подчеркнуть, что суть экологической безопасности автотранспорта - в экологически безопасном топливе, высоком КПД его использования на всех режимах работы двигателя, качестве дорожного покрытия, опыте водителя и оптимальном регулировании дорожного движения.

Важную роль в системе снижения вредных выбросов играют нейтрализаторы. В комплексе с бензином с улучшенными экологическими характеристиками, системами диагностики и регулировки двигателей нейтрализаторы завершают набор необходимых технических систем экологической безопасности автотранспортных средств.

Другим важным аспектом (с эколого-экономической точки зрения) рассматриваемой проблемы является переработка отходов автотранспортных средств, так как, нанося ущерб

окружающей среде, они одновременно являются ценным вторичным продуктом

### Литература

1. Тотай А.В., Корсаков С.Д., Филин С.С. и др. Экология. – М.: ЮРАЙТ, 2011. – 407 с.
2. Христофоров Е.Н., Сакович Н.Е., Шкрабак В.С. Теория и практика обеспечения безопасности дорожного движения в АПК [Текст] / В.С. Шкрабак, Е.Н. Христофоров, Н.Е. Сакович // Монография. – Брянск.: Изд. Брянская ГСХА, 2008. – 285 с. – ISBN 5 – 88517 – 146 – 7.

УДК 631.43

*Старовойтов С.И., к.т.н., доцент,  
Старовойтова Н.П., к.б.н., доцент,  
Чемисов Н.Н., инженер  
ФГОУ ВПО «Брянская госсельхозакадемия»*

### **ТВЕРДОСТЬ И ВЛАЖНОСТЬ СРЕДНЕСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ ЗАСУШЛИВОГО ЛЕТА 2010 ГОДА**

Существуют идеальные реологические модели почвы, сочетающие в себе упругие и вязкие свойства. Также существуют различные прямые методы для определения данных свойств. В тоже время предложены и косвенные методы определения характеристик почвы с учетом ее твердости. Сочетание абсолютной влажности и твердости почвы позволит в динамике проследить тенденцию изменения внутреннего и внешнего угла трения, коэффициента сцепления.

На территории УОХ «Кокино» в течение лета 2010 года в междурядье плодовых насаждений исследовалась твердость и влажность почвы. Фон - серая лесная, мехсостав - среднесуглинистая. Показатели определялись с учетом общепринятых методик. Были получены следующие результаты.



Среднее значение твердости почвы в июне 2010 года находилось в пределах 4,96-5,24МПа. Максимальной твердостью обладала почва во второй декаде месяца. Среднее значение влажности почвы в этом же месяце находилась в пределах 12,20-13,46%. Максимальная влажность, составляющая 13,46%, была в первой декаде июня. Значению максимальной влажности почвы в первой декаде соответствует значение минимальной твердости исследуемой почвы (рис.1, 2).



Рисунок 1 - Изменение твердости почвы в июне



Рисунок 2 - Изменение абсолютной влажности почвы в июне

Среднее значение твердости почвы в июле 2010 года находилось в пределах 4,27-5,76 МПа (рис.3). Максимальное значение твердости 5,76 МПа соответствует 3 декаде июля. Минимальное значение твердости соответствует 2 декаде. Данное минимальное значение твердости почвы соответствует максимальному значению влажности, которое во второй декаде составило 16,34%. Минимальное значение влажности, равное 9,98% , соответствует максимальному значению твердости для третьей декады июля (рис.3,4).



Рисунок 3 - Изменение твердости почвы в июле

Твердость почвы в августе колебалась в пределах 4,92-5,46 МПа, а абсолютная влажность -11,21-13,65%. Максимальная твердость 5,46 МПа при минимальной влажности 11,21% соответствует 2 декаде августа. Минимальная твердость 4,92МПа при максимальной влажности 13,65% соответствует 1 декаде августа (рис.5,6).

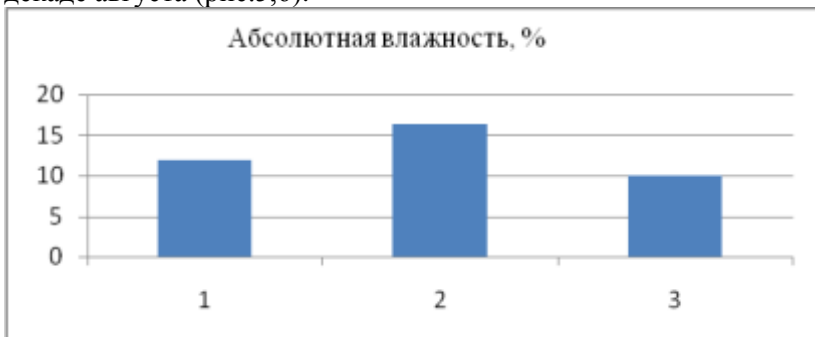


Рисунок 4 - Изменение абсолютной влажности почвы в июле



Рисунок 5 - Изменение твердости почвы в августе

Влажность среднесуглинистой почвы в течение лета 2010 года колебалась в пределах 10-17% при минимуме 10% в III декаде и при максимуме во II декаде. Среднее значение абсолютной влажности за сезон составило 12,71%.



Рисунок 6 - Изменение абсолютной влажности почвы в августе

На основании изложенного, можно сделать следующие выводы:

1. Твердость исследуемой среднесуглинистой почвы летом 2010 года колебалась в пределах 4,2-5,8 МПа. Минимальное значение составило 4,27 МПа во II декаде и максимальное 5,76 МПа в III декаде. Среднее значение твердости за сезон составило 5,12 МПа.
2. На основании анализа результатов экспериментальных исследований получено следующее уравнение регрессии, позволяющее определить значение твердости среднесуглинистой почвы от абсолютной влажности

$$p = -0,23 \times w + 8,07,$$

где  $p$  – твердость среднесуглинистой почвы, МПа;

$w$  – абсолютная влажность почвы, %.

УДК 371.351

*Тюнин А.И., доктор философии, (к.п.н.), доцент кафедры экономики и управления, зам. декана по науке экономического факультета*

*Костанайский Государственный университет им. А. Байтурсынова, Республика Казахстан*

## **КОНКУРЕНТОСПОСОБНЫЙ ВЫПУСКНИК КАК РЕЗУЛЬТАТ ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕПРЕРЫВНОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЕ**

«Личным кредо каждого казахстанца должно стать **«образование в течение жизни»** [1].

Особая роль в непрерывном экономическом образовании принадлежит общеобразовательной школе. Совокупность общеобразовательных предметов, дисциплин образовательной области «Технология», предметов экономической направленности, внеклассной работы позволяют удовлетворить развивающиеся потребности личности в экономических знаниях и умениях. Современное общество нуждается в активном человеке, умеющем быстро ориентироваться в сложных ситуациях, самостоятельно принимать решения, осознавать меру ответственности за свои действия. Экономическое образование способствует осознанию учащимися новых экономических понятий: акция, инвестиция, эмиссия, стагнация, приватизация, инфляция, и др.

Научные исследования, проводимые нами, под руководством Аменда А.Ф. осуществляются с 1995 года на базе средней общеобразовательной школы № 13 г. Рудного Республики Казахстан, отдельные материалы исследования апробировались в ряде школ г. Костаная и Ленинского района г. Челябинска. Данные исследования позволили выявить определенные теоретические и практические аспекты экономического образования в школе мы пришли к выводу: экономическое образование в педагогической теории и школьной практике изучается. Ему уделяется пристальное внимание, изменения в структуре экономики и психология рыночных отношений поставили задачу переориентации в профессиях и профессиональной подготовке. Образовался информационный вакуум. Потребность в экономической информации остро ощущается извне, но внутренне люди не готовы ее потребить. Не выработан профессиональный механизм подачи информации и способы дальнейшего ее правильного использования. Приходится искать методом «проб и ошибок». Экономическое образование становилось необходимым, но оторванным от действительности, скорее, как мода, нежели как це-

лостная система знаний. В.А. Поляков, И.А. Сасова утверждают: «Переход к рыночной экономике вызвал стремление молодежи к практическому участию в рыночных делах, предпринимательстве. Однако этот процесс осуществляется пока бессистемно, не оказывая положительного влияния ни на развитие производства, ни на становление личности» [2]. «Экономическая безграмотность основных групп населения является не только тормозом формирования новых экономических отношений, но и приводит к «теневой» и «криминальной» экономике. Подрастающее поколение вовлекается в нелегальные операции по торговле, и в этой связи модель криминально-экономических отношений воспринимается ими как единственно возможная. Наиболее значимым звеном ликвидации экономической безграмотности, безусловно, должна стать общеобразовательная школа. «Несмотря на отмечаемую учеными необходимость активизации процесса ликвидации экономической безграмотности населения, процесс экономического образования школьников отличается фрагментарностью. Система экономического образования детей, учитывающая реальную обстановку в государстве, не сформирована» [3]. Непрерывность и поликультурность образования стали основными принципами современной образовательной политики. Отвечая требованиям общества, учитывая возрастные особенности, потребности человека, образование становится по форме и содержанию непрерывным (В.А. Поляков, И.А. Сасова). Непрерывное экономическое образование в школе имеет свою специфику, что подтверждено такими исследователями, как И.В. Липсиц, Л.В. Антонова, Л.Б. Азимов и др. [4,6]. Специфика заключается в экономической подготовке учащихся, передаче им базовых знаний о личной, семейной и рыночной экономике, и воспитании поколения, которое не будет враждебно относиться к частной собственности, начальной профессиональной подготовке старшеклассников в области экономических навыков предпринимательской деятельности, привлечении учащихся к педагогически обоснованной производственной и коммерческой деятельности [3].

Нами уточнено и конкретизировать понятия:

*1. экономическое образование, которое мы определяем как процесс, обеспечивающий развитие личности как субъекта*

*экономической деятельности способного применять экономические знания, умения, навыки на практике.*

**2. Непрерывное экономическое образование (НЭО),** нами понимается как, *процесс, представляющий собой непрерывающееся и целенаправленное освоение социально-экономического опыта в интересах личности учащегося и общества в результате усвоения экономических знаний, умений, навыков в соответствии с возрастными особенностями каждой ступени общеобразовательной школы, дающей возможность определить свое место в окружающем мире экономически целесообразно.* **НЭО** реализуется, согласно тенденциям и сложившейся практике, в следующих видах образовательного процесса: это базовые курсы, дающие основы экономических знаний: в начальной школе – изучение курса «Экономической азбуки»; в средних классах – курс «Введение в экономику»; в старших – курсы «Экономика» и «Основы предпринимательства». Кроме того, в каждой школе, согласно запросам школьников, изучение основ экономических знаний происходит на уровне факультативов, во внеклассной и внешкольной работе. НЭО требует методического и педагогического обеспечения содержания, форм, методов и технологий, способствующих становлению инициативной личности, предприимчивости, обладающей нравственно-этической нормой и новым экономическим мышлением. **НЭО**, усиливается за счет интеграции экономического образования с трудовой подготовкой и производительным трудом учащихся, способствующей развитию предпринимательства, менеджмента, маркетинга, бизнеса и совершенствования своих возможностей в сферах этой деятельности. Необходимо учитывать, что **НЭО**, обеспечивает и социальную защиту молодежи, и ее поддержку в новых социально-экономических условиях. **НЭО**, позволит ввести школьников в современную экономическую науку, сформировать экономическое мышление, экономическую грамотность а также бережное отношение гражданина своей страны к таким ценностям, как земля, природные ресурсы, подготовить учащихся к сознательному выбору профессии. Для определения сформированности **НЭО**, мы выделяем такое понятие, как *активность учащихся в профессиональном самоопределении.* Мы считаем, что результатом НЭО в

школе должно стать формирование знаний, умений, экономически значимых качеств личности, экономического сознания и поведения учащегося, способного к самоопределению и самореализации. Модель НЭО по ступеням обучения связана с компонентами внешней среды, как результат деятельности, позволяющий подготовить конкурентоспособного выпускника. Выпускники могут быть после 9 класса: могут контактировать с внешней средой по следующим направлениям:

1. Организации (учреждения среднего профессионального образования).
2. Организации (учреждения начального профессионального образования).
3. 10 класс.

После 11 класса:

4. Организации (учреждения среднего профессионального образования).
5. Организации (учреждения начального профессионального образования).
6. Предприятия сельского хозяйства.
7. Предприятия различных отраслей промышленности.
8. Высшее профессиональное образование экономического профиля.
9. Предприятия других отраслей (сферы обслуживания).
10. Другие высшие учебные заведения.

Мы выделяем в НЭО три уровня: *познавательный; профессионально-ориентационный и практическо-деятельностный.*

1. **Познавательный-ценностный уровень:** дается представление учащимся о ценностях знаний, развиваются способности личности, ускоряется процесс обучения экономическим знаниям. Формируются представления учащихся о знании мира, себя в этом мире, способах получения специальных знаний, умений, навыков в избранном виде деятельности, представления о способах экономической деятельности, увеличивается количество источников получения знаний. Используются педагогические технологии формирования способностей личности ориентироваться в рыночных отношениях и приобретать опыт научного и практического познания. Этот уровень про-

блематичен для учителя существенной является проблема проектирования образовательного процесса с учетом разработки комплексных педагогических программ, решающих проблемы приобщения учащихся к самостоятельной познавательной и исследовательской деятельности. Такой подход педагогов позволяет сохранить, развивать и повысить педагогический потенциал НЭО, который будет способствовать не только личностному росту, но и формированию определенного образа жизни школьника, который пребывает в процессе не только обучения, но и внеклассной работы, что способствует обеспечению широкого спектра социальных контактов детей через объединение детей, педагогов и специалистов в области экономики на основе общности интересов, сотворчества в познании и преобразовании окружающей среды. На этом уровне как положительный опыт можно рассматривать деятельность школы № 37 г. Челябинска. Здесь разработана программа экономического Центра. Цель программы соотнесена с целями и задачами экономического образования и обеспечивает необходимый объем психологических знаний, умений с целью развития личности, повышения психологической компетентности, оптимизации развития специальных способностей и выработки нравственно-профессиональных качеств и навыков управленческой деятельности. Школьники знакомятся с реальной экономикой посредством таких активных форм, как дидактический театр, «Частная фирма», «Дом торговли», встречи с успешными предпринимателями города, изучение лучших российских традиций предпринимательской деятельности. По итогам опроса, который был проведен с подростками школы с целью изучения ценностных ориентаций, интересов, потребностей, притязаний школьников на участие в решении насущных социально-экономических проблем и возможности их реализации. По мнению учащихся, наиболее важными являются проблемы выживания: сохранность природы – 67,2%; сотрудничество с другими государствами – 31,6%; жить по законам справедливости – 36,3%; участвовать в научных изобретениях – 43,1% и т.д.

2. **Профессионально-ориентационный уровень:** связан с ориентационно-ценностным. Эта связь определяется тем, что сформированные ценностные ориентации стимулируют



развитие способностей, интересов к экономическому образованию. Сформированный мотивационно-познавательный уровень непрерывного экономического образования способствует выдвижению новых целей. Компонент предполагает формирование потребностей в экономическом образовании и соответствует мотивации: формирования современного экономического мышления; потребности в экономическом самосознании, интереса к процессу НЭО учащихся, удовлетворенность этой деятельностью. Он предусматривает компетентность учителя в системе экономических знаний, необходимых и достаточных для результативной работы с учащимися по НЭО, интеграцию социально-гуманитарных, психолого-педагогических и специальных дисциплин, развитие у учащихся организаторских и коммуникативных умений. Уровень предполагает активные методы обучения в сфере экономических дисциплин и во внеклассной деятельности с учащимися. Это: дискуссии по проблемам распределения доходов, финансирования бизнеса; деловые игры «Продажа в розницу и оптом», «Строительство финансового предприятия»; «КВН», «Продавцы и покупатели»; экономические игры «Путешествие в кредит», «Сделка», «Договор» и др. По итогам таких работ среди учащихся был проведен опрос: «Знания, каких предметов из программы «Экономический Центр» помогли Вам на практике»:

- основы рыночной экономики – 100%;
- основы предпринимательства – 66,6%;
- основы маркетинга – 80%;
- основы менеджмента – 16,6%;
- психология общения – 100%.

Такая деятельность учащихся служит не только средством познания экономической деятельности, но и важным средством формирования личности, ее установки. В творческой деятельности школьники учатся вести экономическую деятельность, что является полноценным критерием определения результативности развития (НЭО).

**3. Практическо-деятельностный уровень** Он включает комплекс мер, позволяющих реализовать поставленную цель в области (НЭО). Этот уровень обусловлен тем, что в деятельности человека, когда он воздействует на окружающую действи-

тельность и преобразует ее, он удовлетворяет свой интерес и потребности. Кроме того, деятельность является средством выражения и развития способностей личности, ее знаний, умений, в т.ч. и экономических, что и символизирует собой активность школьников. Этот уровень (НЭО) предполагает включение школьников в игровую, познавательную, творческую деятельность, связанную с областью экономики. Такая деятельность может быть представлена на примере социально значимой деятельности: знакомство с работой банков, малым бизнесом, корпорацией, объединением с последующим выполнением несложных экономических операций; участие школьников в деловой игре «Предприятие» (такая игра проводится с целью поиска взаимоприемлемых практических решений), разработка проекта «Охрана природы»; разработка технологий по эффективности использования природных ресурсов, участие школьников в олимпиаде «Шаг в будущее», работа в научном обществе учащихся и т.д. Решая задачи формирования у учащихся экономического мышления, менталитета делового человека, способного действовать в условиях рыночной экономики, школа № 13 г. Рудного и школа 37 г. Челябинска выделили 3 приоритетных направления (блока) в работе.

**Блок 1.** Обучение учащихся теоретическим основам наук экономического цикла; наук о праве; психологии общения и взаимоотношений деловых людей.

С введением этого блока апробировались программы, учебники, создавался дидактический комплекс. Велось преподавание экономики с **первого класса**, параллельно шла работа по интеграции экономики в программы общеобразовательных дисциплин (математика, русский и казахский языки, физика, ИВТ и др.).

**Блок 2.** Ознакомление детей с простейшими профессиями, связанными с экономикой и бизнесом. Для реализации данного направления администрация создала условия для сотрудничества с другими учебными заведениями города. С рудненским индустриальным институтом заключен договор о сотрудничестве, научно-методическом руководстве, оказании помощи школе в преподавании дисциплин блока 1 преподавателями кафедры экономики и менеджмента, общей психологии, экономи-

ческой теории и права. Декан экономического факультета Рудненского индустриального института Турежанов С.У., (в настоящее время, 2011г., доцент кафедры экономики и управления, экономического факультета Костанайского Государственного университета им. А. Байтурсынова.) предложил выдавать сертификаты, за подписью декана факультета и директора школы №13 Пасечного Анатолия Николаевича, всем школьникам прошедшим подготовку. Основными преподавателями были на протяжении последних 15 лет: Божко Л.Л. заведующая кафедрой экономики РИИ, вела предмет «Управление экономикой», «Национальная экономика» (в настоящее время Проректор по учебной работе РИИ); Лучанинова А.А. ст. преподаватель РИИ, вела предмет «Маркетинг», «Налоги», (в настоящее время зав.кафедрой «Финансы» Костанайского социально технического университете им. Академика З. Алдамжара); Преподаватели РИИ Олейник Л.В. ведет предмет «Менеджмент», «Управление персоналом», «Бизнес-план», «Управленческие решения» с 1998 по н.в.; Зверева О.В. ведет предмет «Информационные потоки в бизнесе», «Финансы» с 1998 по н.в.; Мадян Н.В. продолжает вести маркетинг, менеджмент.

Учащиеся 10-11кл. при учебно-образовательном центре РИИ проходят специализацию по одной из выбранной специальности:

- менеджмент в экономике (сертификат менеджера);
- маркетинг и коммерция (сертификат маркетологов);
- основы предпринимательства и малого бизнеса (сертификат предпринимателя малого бизнеса).

Школа осуществляет поиск связей с коммерческими структурами, которые могли бы стать базой для практического освоения детьми представлений о профессиях менеджера, экономиста, бухгалтера, специалиста по маркетингу и т.п.

**Блок 3.** Формирование у детей и подростков экономического мышления, что является побочной целью первых двух блоков и основой данного, причем не столько в процессе обучения, а исподволь, т.е. через специальные деловые игры, конкурсы, литературу, печатную и другую продукцию и, конечно, не только в школе, но и в семье, через родителей. Формирование менталитета делового человека определило главное содержание воспитательной работы. Подготовка детей к взрослой жизни,

формирование предприимчивости, гражданской ответственности в школе проходит через участие в жизни школьного государства «Юнландия», «Большой экономической игре», компьютерной игре МЭМ (моделирование экономики и менеджмента). Для финансовой поддержки, развития экономического направления бывший родительский комитет школы реорганизован и юридически зарегистрирован как общественное объединение «Жэрдем» (с казахского «Помощь»), отвечающее запросам родителей и учащихся и интересам школы. Основной уставной целью деятельности объединения является оказание безвозмездной помощи: в развитии школы № 13, одаренным и малоимущим детям, творчески работающим учителям.

***Сложившаяся НЭО в условиях общеобразовательной школы даёт возможность осуществить эффективную подготовку учащихся к жизни в обществе. Она позволяет повысить конкурентоспособность выпускников школы на формирующемся рынке труда, морально, психологически настраивает на добросовестный труд, профессиональную ориентированность, выявляет наличие интереса к освоению современных форм самостоятельной экономической деятельности и даёт стимул для продолжения обучения по избранной специальности [5].***

Интегрируя в себе экономическую грамотность, по убеждению Н.А. Ранневой, Т.А. Протасевича, человек включается в многогранный процесс экономических отношений, совершает акт самосовершенствования себя как личности, что приводит к формированию таких качеств, как самоопределение и самореализация. [5] Необходимость осуществления НЭО диктуется временем: «К 2020 году Казахстан станет страной с экономикой, основанной на современных навыках и квалифицированной рабочей силе. Это гарантированный путь к благополучному будущему в разворачивающейся глобальной экономике, где каждый казахстанец будет иметь возможность реализовать свой потенциал. Новая политика в области образования должна создать условия будущей производительной силе Казахстана работать более эффективно». [6].

## Литература

1. Послание Президента Республики Казахстана народу Казахстана на 2011 год «Построим будущее вместе», Астана, 2011 год.

2. Поляков В.А. Сасова И.А. Непрерывное экономическое образование молодежи // Педагогика.- 1994. - №4.- С.19-26.

3. Агошкова Г.С. Экономическое образование школьников (проблемы и пути их решения) Дис. ...канд. пед. наук.- Майкоп, 1997.- 255с.

4. Липсиц И.В. Экономика. М.: Вита-Пресс, 2000.-350с.

5. Тюнин А.И. Непрерывное экономическое образование в условиях общеобразовательной школы. Монография.- Алматы: Алматинская академия экономики и статистики, 2004.-192с.

6 Долгосрочная программа развития образования до 2020 года. Проект, Министерство образования и науки Республик.

УДК 633.1

*Черняков И.Е., к.т.н., доцент,*

*Безик В.А., к.т.н., доцент*

*ФГОУ ВПО «Брянская госсельхозакадемия»*

## **ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ СЕРДЕЧНИКОВ, СОСТОЯЩИХ ИЗ ТРУБЧАТЫХ**

## НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

При сушке семян и зерна (продовольственного и фуражного) сельскохозяйственных культур применяют кондуктивный или коективно-кондуктивный теплоподводы. В этих случаях важно определить рациональные значения диаметров нагревательных элементов  $d$  и расстояний между ними в свету  $l$ , ибо от них зависит количество теплоты, выделяемой нагревательными элементами в слое дисперсного материала. [1..3]

Количество теплоты, передаваемое нагревательными элементами дисперсному материалу и воздуху, определяется по уравнениям

$$Q_{зз} = k \cdot F_э (T_э - T_з), \quad (1)$$

$$Q_{зв} = \alpha_{эв} \cdot F_э (T_э - T_в), \quad (2)$$

где  $k$  – средний коэффициент теплопередачи нагревательных элементов при теплообмене с зерном, Вт/°С;

$F_э$  – площадь поверхности нагревательных элементов, м<sup>2</sup>.

$T_э, T_з, T_в$  – температуры поверхности нагревательных элементов, зерна и воздуха;

$\alpha_{эв}$  – средний коэффициент теплоотдачи нагревательных элементов при теплообмене с воздухом, Вт/м<sup>2</sup>°С.

Из уравнений 1, 2 видим, что количество теплоты, передаваемое нагревательными элементами воздуху и зерну пропорционально их площади поверхности, которая зависит от диаметра нагревательных элементов.

Площадь поверхности элементов в единице объема в нагревательной или сушильной камерах зависит также от расстояния между ними в свету  $l$ . К тому же, удельная производительность установки зависит и от объема, занимаемого нагревательными элементами.

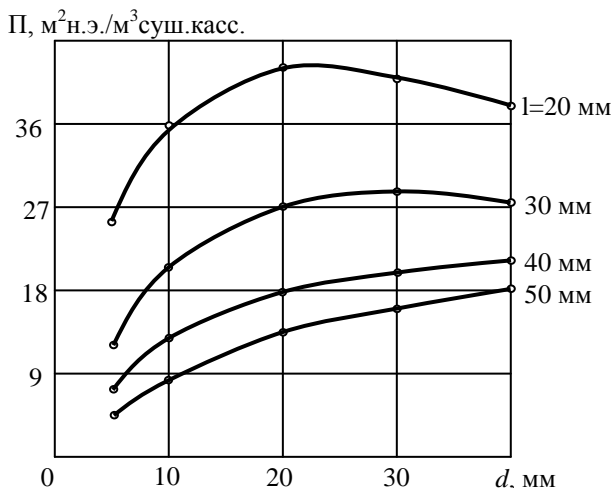


Рисунок 1 - Зависимость показателя компактности сердечника от диаметра нагревательных элементов и расстояния между ними в свету

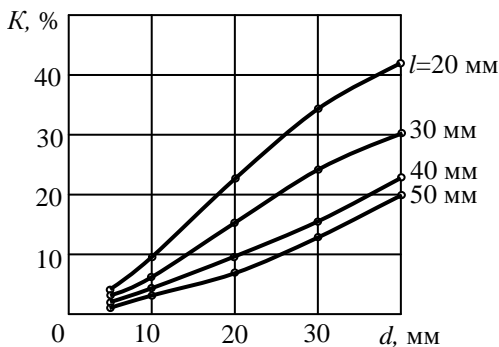


Рисунок 2 - Зависимость показателя компактности сердечника от диаметра нагревательных элементов и расстояния между ними

Поэтому нами рассчитаны показатель компактности сердечников  $\Pi$  и коэффициент заполнения камеры  $K$  в зависимости от диаметра элементов и расстояния между ними в свету:

$$\Pi = \frac{\pi \cdot d}{(l + d)^2}; \quad (3)$$

$$П = \frac{\pi}{4} \frac{d^2}{(l+d)^2}; \quad (4)$$

Эти зависимости, рассчитанные по уравнениям (3, 4), приведены на рисунках 1, 2. Из них можно сделать вывод: изменение диаметра нагревательных элементов от 10 до 40 мм при расстояниях между ними в свету равными 20...30 мм меньше влияет на величину показателя компактности сердечника, чем на увеличение коэффициента заполнения нагревательной или сушильной камер элементами. Последнее ведет к снижению удельной производительности нагревательных и сушильных установок.

Предварительные опыты, проведенные на семенах различных культур (пшеница, гречиха, люпин) с максимальной уборочной влажностью показали, что при нагреве и сушке зачисание их в сердечнике при расстояниях между нагревательными элементами в свету, равном 30 мм, не происходит. Поэтому в сердечниках целесообразно выбирать диаметр нагревательных элементов в пределах 10...30 мм при расстояниях между ними в свету 30 мм.

### Литература

1. Черняков И.Е., Лаптев В.А., Сазоненко А.А., Клячев В.М. Конвективно-кондуктивная сушка семян люпина. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, 27-28 января 2009 г., Курск. Изд-во Курской ГСХА. 2009, с.92
2. Голубкович А.В., Чижиков А.Г. Сушка высоковлажных семян и зерна. – М.: Росагропромиздат, 1991. – 173 с.
3. Кузнецова В.Е., Богатырев А.Н. Интенсификация тепло- и массообмена при сушке пищевых продуктов. – М.: Агропромиздат, 1987.- 235 с.

УДК 622.83



## ВОПРОСЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ХРУПКИХ МАТЕРИАЛОВ В СТАДИИ РАЗРУШЕНИЯ

При исследовании прочности хрупких материалов и модельных исследований прочности штампа и основания [1], можно сделать вывод, что разрушение хрупких материалов подчиняется второй теории прочности. В связи с этим при разработке вопроса о моделировании хрупких материалов в предельной стадии следует внести некоторые поправки, вытекающие из условий второй теории прочности.

Для подбора модельных материалов при исследовании разрушения горных пород использовалась теория прочности Мора. Для этого материалы природы и модели должны иметь подобные огибающие предельных главных кругов Мора.

Необходимым условием при этом для моделирования процессов разрушения является соблюдение подобия отношений предельных характеристик на сжатие и растяжение материалов природы и модели, их предельных деформативностей, определяемых как:

$$\frac{R_{сж}^н}{R_p^н} = \frac{R_{сж}^м}{R_p^м}, \quad (1)$$

$$\frac{\varepsilon_{сж}^{н.пр}}{\varepsilon_p^{н.пр}} = \frac{\varepsilon_{сж}^{м.пр}}{\varepsilon_p^{м.пр}}, \quad (2)$$

где  $R_{сж}^н, R_p^н, R_{сж}^м, R_p^м$  - соответственно прочности материалов природы и модели на сжатие, растяжение;

$\varepsilon_{сж}^{н.пр}, \varepsilon_p^{н.пр}, \varepsilon_{сж}^{м.пр}, \varepsilon_p^{м.пр}$  - предельные относительные деформации материалов природы и модели на сжатие, растяжение.

По второй теории прочность материала на сжатие является функцией от прочности на растяжение. Для случая одноос-

ного сжатия это запишется:

$$R_{сж} = \frac{R_p}{\nu}, \quad (3)$$

Тогда соблюдение условий (1) и (2), связывающих прочности на растяжение и сжатие материалов природы и модели, становится необязательным. При равенстве коэффициентов Пуассона ( $\nu$ ) материалов природы и модели эти условия должны выполняться сами собой.

При испытаниях образцов бетона и модельных материалов, например, гипсовых, имеющих примерно одинаковые значения коэффициента Пуассона, соотношения  $\frac{R_p}{R_{сж}}$  имеют для этих материалов значительные различия. Для образцов из бетона это отношение обычно не превышает 0,1, для гипсовых образцов 0,18-0,22. Этот, казалось бы, противоречивый с нашей точки зрения факт, можно объяснить довольно просто. Все дело в граничных условиях: если образцы из гипсового раствора имеют довольно гладкую поверхность за счёт мелких фракций, вводимых в гипсовый раствор (например, песок), и имеют небольшой коэффициент трения на опорных поверхностях. А значит и относительно небольшие касательные напряжения при испытаниях этих образцов на сжатие, то образцы, имеющие более жёсткую структуру, включают более крупные размеры заполнителей (размеры фракций) и имеют больший коэффициент трения на гранях. В ранее изложенных материалах было показано, что чем больше трение на опорных поверхностях сжимаемых образцов, тем большей должна быть разрушающая нагрузка сжатия, и это не противоречит второй теории прочности материала. Отсюда понятно, почему отношение  $\frac{R_p}{R_{сж}}$  для бетонных образцов больше, чем для образцов из гипсового раствора.

## Выводы

1. Выполненные исследования показали справедливость второй теории прочности при разрушении хрупких материалов моделей.

2. При испытании штампов-целиков появление и распространение трещин в основании вызывается максимальными деформациями удлинения.

### **Литература**

1. Ширококов Е.И., Ширококова О.Е. Проблемы энергетики, природопользования, экологии. Брянск, 2007.-с. 72-74.

Научное издание

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

Сборник  
материалов международной  
научно-практической конференции

ISBN 978-5-88517-201-1



9 785885 172011

Редактор Осипова Е.Н.

---

Подписано к печати 26.07.2011 г. Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага офсетная. Усл. п. л. 11,79. Тираж 100 экз. Изд. №1998.

---

Издательство ФГОУ ВПО «Брянской государственной  
сельскохозяйственной академии»  
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино,  
ФГОУ ВПО «Брянская ГСХА».