

## Висновки.

Розробка та співставлення аналітичних моделей електричного поля методами теорії функції комплексної змінної та імітаційних моделей електричного поля методом кінцевих елементів показали їх збіг для плоских пластинчастих електродних систем (середня розбіжність не перевищує 5%).

При використанні аналітичної моделі систе-

ми плоских пластинчастих електродів для опису поля циліндричних електродів потрібно врахувати розбіжність, пов'язану з прийнятими наближеннями, яка складає 38% для однорядних електродів, та 15% для багаторядних електродів.

Отримані залежності дозволяють розраховувати технологічні та конструктивні параметри пристроїв електричної очистки та сепарації діелектричних суспензій

## Список використаної літератури:

1. Эфендиев О.Ф. Электроочистка жидкости в пищевой промышленности / О.Ф. Эфендиев. – М.: Пищевая промышленность, 1977. –149с.
2. Миролюбов Н.Н. Методы расчета электростатических полей / Н.Н. Миролюбов, М.В. Костенко, М.Л. Левинштейн, Н.Н. Тиходеев. – М.: Высшая школа, 1963. - 415 с.
3. Назаренко І.П. Моделювання біжучого електричного поля в електросепараторах діелектричних суспензій / І.П. Назаренко // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – Харків: ХНТУСГ, 2010.- Вип.101.- С. 137-138.
4. Назаренко І.П. Теоретичні дослідження взаємодії електричного поля з діелектричними суспензіями в багатоелектродних системах / І.П. Назаренко // Праці Таврійського державного агротехнічного університету. - Мелітополь, 2012. - Вип. 12, т. 1. - С. 35-45.
5. Лаврентьев М.А. Методы теории функции комплексного переменного/ М.А. Лаврентьев, Б.В. Шабат.- М.: Наука, 1987. – 740 с.

*На основании сопоставления результатов математического моделирования электрического поля многоэлектродных систем аналитическим и имитационным методами обоснована возможность их применения для расчета устройств электрической очистки и сепарации диэлектрических суспензий.*

*On the basis of comparison of results of mathematical design of the electric field of the systems of multielectrodes analytical and imitation methods are ground possibility of their application for the calculation of devices of the electric cleaning and separation of dielectric suspenzyu.*

Дата надходження в редакцію: 10.02.2012. р.

Рецензент: д.ф.-м..н., професор Кузема О.С.

УДК 615.47

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ УТОМЛЕНИЯ И ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ У РАБОТНИКОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

**Р.А. Крупчатников**, к. с.-х. н., доцент, Курская государственная сельскохозяйственная академия  
**Н.С. Климов**, к.т.н., доцент, Курская государственная сельскохозяйственная академия

*В работе рассматриваются вопросы синтеза нечетких решающих правил для классификации и оценки уровня психоэмоционального напряжения и утомления по показателям, характеризующим переключаемость, устойчивость и концентрированность внимания.*

**Ключевые слова:** внимание, утомление, психоэмоциональное напряжение, нечеткая логика.

Совместными исследованиями, проведенными сотрудниками Юго-Западного государственного университета, Курского государственного медицинского университета и Курской государственной сельскохозяйственной академии было показано, что показатели характеризующие внимание человека являются хорошими индикаторами функционального состояния человека. В данной работе исследуется взаимосвязь показателей внимания с условием психоэмоционального напряжения и утомления. Выбранные для исследования показатели внимания реализуются с

помощью методик описанных в работе [3] и реализуемых с помощью прибора выполненного с использованием микроконтроллера управляющего сенсорной панелью. С помощью этой панели генерируются световые и (или) знаковые стимулы, на которые испытуемый отвечает нажатием на реактивные кнопки в заданной последовательности. Исследуются такие показатели внимания как концентрированность, объем, селективность, переключаемость, распределяемость и устойчивость. Кроме того в компьютерном и приборном варианте реализуются методики позво-

ляющие тестировать различные показатели характеризующие память человека. В ходе специально проведенных исследований было установлено, что с изменением уровней психоэмоционального напряжения (ПЭН) и утомления тесно коррелируют такие показатели внимания как переключаемость (ПВ), устойчивость (УВ) и концентрированность (КВ).

С учетом рекомендаций работ [2,4] в качестве информативных признаков для оценки уровней ПЭН и утомления были выбраны относительные показатели, определяемые по формулам:

$$X_1 = \text{ПВ} - \text{ПВ}_0; \quad X_2 = \text{КВ} - \text{КВ}_0; \quad X_3 = \text{УВ} - \text{УВ}_0,$$

где ПВ и ПВ<sub>0</sub> - текущая переключаемость внимания и переключаемость внимания, измеренная в состоянии спокойного бодрствования; КВ и КВ<sub>0</sub> - соответствующие показатели концентрирования внимания; УВ и УВ<sub>0</sub> - соответствующие показатели устойчивости внимания.

В работах [2,4] было показано, что классификация стадий утомления и психоэмоционального напряжения успешно производится при использовании методов отображения многомерных данных в двумерное классификационное пространство  $\Phi = Y_1 \times Y_2$  с отображающими функциями вида:

$$\begin{cases} Y_1 = X_1 + X_2 \\ Y_2 = Y_3 \end{cases} \quad (1)$$

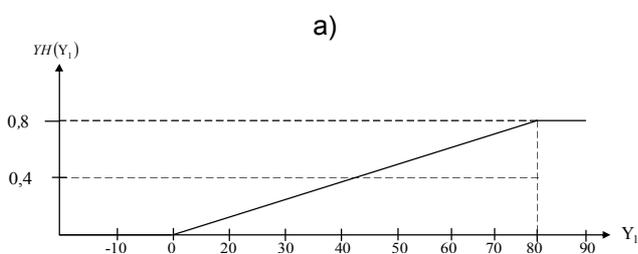
Уверенность в том, что испытуемый находится в состоянии психоэмоционального напряжения (класс  $\omega_H$ ) определяется выражением:

$$KY_{\omega_H} = \min\{\mu_H(Y_1), \mu_H(Y_2)\}, \quad (2)$$

где  $\mu_H(Y_1)$  и  $\mu_H(Y_2)$  - функции принадлежности к классу  $\omega_H$  с базовыми переменными  $Y_1$  и  $Y_2$ .

Для определения уровней психоэмоционального напряжения и утомления определялся внешний критерий их оценки.

Состояние текущего психоэмоционального напряжения моделируется двумя способами:



предэкзаменационный день с проверкой уровня ПЭН по субъективной шкале ощущений; моделирование с помощью методики оценки параметров памяти, называемой «поиск сигнала в шуме» (ПСШ) [3].

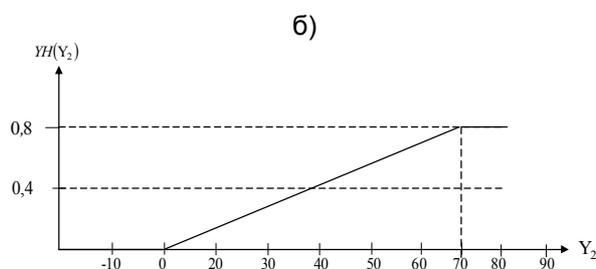
Испытуемому сообщается, что у нормально развитого человека этот показатель памяти не должен быть ниже, чем уровень отметки на экране монитора. В ходе эксперимента компьютер графически показывает ложный результат испытаний, заведомо худший, чем нормальная отметка. Такой результат естественно приводит к повышению ПЭН. После проведения исследований производится контроль уровня ПЭН с помощью внешних методик оценки параметров внимания [3]. Испытуемому сообщается истинная цель исследований с тем, чтобы у них не остался комплекс неполноценности по поводу состояния их памяти.

Состояние текущего умственного утомления моделируется длительным выполнением теста Пиорковского, в соответствии с которым в монотонном режиме испытуемому предъявляются стимулы, на которые необходимо реагировать нажатием на соответствующую кнопку. Уровень утомления определяется по числу совершаемых ошибок и времени реакции.

Состояние текущего физического утомления (класс  $\omega_Y$ ) моделируется с помощью велоэргометра и оценивается по изменению физиологических показателей (частота сердечных сокращений, систолическое и диастолическое артериальное давление) и по субъективным ощущениям.

У студентов «вводимых» в классы  $\omega_H$  и  $\omega_Y$  по внешним критериям определяется уровень их текущего состояния с построением соответствующих графиков, которые уточняются на экспертном уровне с использованием метода Делфи.

В результате такой работы были получены графики функций уровней текущего ПЭН по координатам  $Y_1$  и  $Y_2$  приведенные на рисунке 1.



а) по координате  $Y_1$ ; б) по координате  $Y_2$

Рисунок 1 - Функциональная зависимость уровня ПЭН

Общий уровень психоэмоционального напряжения определяется выражением:

$$YH = \min[YH(Y_1), YH(Y_2)] \quad (3)$$

Аналогично определяется уверенность в классификации по классу  $\omega_y$  -  $KY_{\omega_y}$  и уровень утомления  $YU$ .

Показатели уровня ПЭН и утомления отражают текущее состояние организма человека. При этом следует иметь в виду, что эти показатели могут характеризовать как кратковременные, так и длительные изменения функционального состояния человека. Причем кратковременные перезагрузки чаще всего не провоцируют отрицательных последствий, в то время как длительные ПЭН и утомления могут приводить к появлению и развитию различных психосоматических заболеваний.

Для оценки продолжительности нахождения человека в различных классах функциональных состояний, включая классы  $\omega_H$  и  $\omega_y$  может быть использована непрерывная шкала времён, тогда влияние времени нахождения в  $\omega_\ell (\ell = H, y)$  на решение выбранных классов задач удобно характеризовать соответствующей функцией принадлежности  $\mu_{\omega_\ell}(t)$ .

Совместный учёт  $YH$  и  $\mu_{\omega_H}(t)$  позволяет уточнить функцию для определения уровня длительного психоэмоционального напряжения используя модификацию формулы Е. Шортлифа [1,5]:

$$YH_F = YH + \mu_{\omega_H}(t)[1 - YH]$$

Следует иметь в виду, что временные градации классов  $\omega_H$  и  $\omega_y$  удобно «привязывать» к конкретным задачам, в которых используется понятие их уровня, поскольку в конкретных задачах время нахождения на каком-либо из уровней приводит к существенно различным результатам. Например, для оценки правильности действий оператора в информационно-насыщенных системах критичным является текущий уровень ПЭН и (или) утомления, а в задачах прогнозирования заболеваний существенную роль играет сочетание величины уровня  $\omega_\ell (\ell = H, y)$  с достаточно большой длительностью его удержания и т.д.

В ходе проводимых исследований нами изучались информативная ценность показателей характеризующих уровень ПЭН при решении задач ранней диагностики для таких заболеваний как заболевания нервной системы (класс  $\omega_{НС}$ ), системы пищеварения (класс  $\omega_{ПС}$ ), заболеваний кожи (класс  $\omega_K$ ) и т.д.

На рисунке 2 приведены графики функций принадлежности к классам ранняя стадия этих заболеваний.

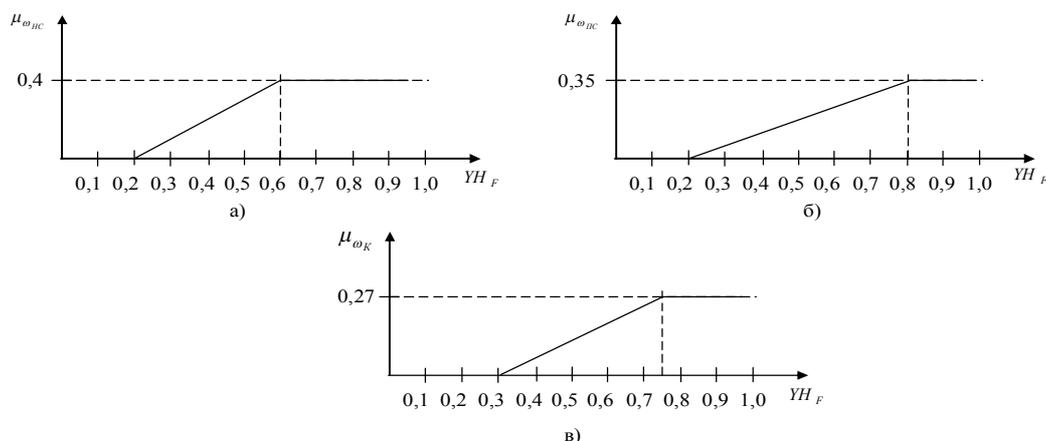


Рисунок 2 - Функции принадлежности к классам ранняя стадия заболеваний нервной системы, системы пищеварения и кожи с базовой переменной  $YH_F$

Анализ приведенных графиков показывает, что только по уровню ПЭН нельзя судить с достаточной уверенностью о наличии ранних стадий исследуемых классов заболеваний. Однако, как показывают результаты проведенных исследо-

ваний, в составе с другими информативными признаками может быть обеспечена уверенность в принимаемых решениях на уровне 0,85 и выше, что вполне приемлемо для использования в медицинской практике.

#### Список использованной литературы:

- 1 Корневский, Н. А. Проектирование нечетких решающих сетей настраиваемых по структуре данных для задач медицинской диагностики. [Текст] / Н.А. Корневский // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2005. Т. 4, №1. С. 12-20.
- 2 Н.А. Корневский, О.И. Филатова, М.И. Лукашов, Р.А. Крупчатников. Комплексная оценка уровня психоэмоционального напряжения // Биомедицинская радиоэлектроника, 2009. – №5. С. 4-9.

3 Кореневский Н.А. Методы и средства для исследования параметров внимания человека [Текст] / Н.А. Кореневский, О.И. Филатова, А.В. Носов, А.Н. Коростелев // Системный анализ и управление в биомедицинских системах, 2010, Т. 9, №1. С. 134-138.

4 Лукашов М.И. Определение уровня длительного физического утомления как факторов риска рецидивов хронических заболеваний [Текст] / М.И. Лукашов, Н.А. Кореневский, А.В. Еремин, О.И. Филатова // Биомедицинская радиоэлектроника, 2009. – №5. С. 10-15.

5 Bruce G. Buchanan, Edward H. Shortliffe. Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project. Addison-Wesley Publishing Company. Reading, Massachusetts, 1984, ISBN 0-201-10172-6

*У роботі розглядаються питання синтезу нечітких вирішальних правил для класифікації та оцінки рівня психоемоційного напруження і втому за показниками, що характеризує переключаємість, стійкість і концентрованість уваги.*

**Ключові слова:** увага, стомлення, психоемоційний напруга, нечітка логіка.

*The work deals with the synthesis of fuzzy decision rules for the classification and measurement of the level of emotional stress and fatigue on the parameters characterizing switchable, stability and concentration of attention.*

**Keywords:** attention, fatigue, psycho-emotional tension, fuzzy logic.

Дата надходження в редакцію: 19.05.2012 р.

Рецензент: д.т.н., професор Ревенко І.І.

УДК 631.362.3

#### **МЕТОД СИНХРОННОГО ДЕТЕКТИРОВАНИЯ В ЗАДАЧЕ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ МОЛОТИЛЬНО-СЕПАРИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА**

**В.С. Быков**, к.т.н. доцент, ФГОУ ВПО Курская государственная сельскохозяйственная академия им. проф. И.И.Иванова

**Н.С. Климов**, к.т.н., доцент, ФГОУ ВПО Курская государственная сельскохозяйственная академия им. проф. И.И.Иванова

**В.А. Семькин**, д.с.-х.н., профессор, ФГОУ ВПО Курская государственная сельскохозяйственная академия им. проф. И.И.Иванова

*Работа посвящена совершенствованию автоматизированной системы регулирования (АСР) режима работы молотильно-сепарирующего устройства (МСУ). В работе использован метод синхронного детектирования. Разработана адаптивная схема экстремального регулирования МСУ с поисковыми сигналами.*

**Ключевые слова:** молотильно-сепарирующее устройство, управление, частота вращения барабана, зазоры между барабаном и декой, нестационарные условия, система экстремального регулирования, поисковые сигналы, априорная характеристика системы, адаптивная система, сигналы управления, генератор, фильтры, синхронный детектор.

Молотильное устройство предназначено для дифференцированного обмолота сельскохозяйственных культур. Несмотря на давность использования молотильных аппаратов их основные параметры – размеры барабана, и деки, частота вращения барабана, пределы регулирования зазоров между декой и барабаном – устанавливаются опытно-конструкторским путем на основе наблюдений за работой барабанов в разных условиях уборки и многочисленных экспериментальных данных [1]. Обычно зазор на входе растительной массы примерно в четыре раза больше зазора на выходе (обычно на входе зазор  $\delta_{ВХ}$  составляет  $18 \div 26$  мм, а на выходе  $\delta_{ВЫХ} \neq 4 \div 6$  мм). Различны и диаметры барабанов. В современных молотильных аппаратах размеры барабанов  $d_B$  составляют от 450 мм до 800 мм.

Частота вращения барабана при выбранном его диаметре обусловлена окружной скоростью  $V_B$ , выбор которой определяется как зерновой культурой, так и ее влажностью. Следует отметить, что в современных зерноуборочных комбайнах имеется бесступенчатое регулирование частоты вращения барабана, что позволяет получать широкий диапазон окружных скоростей.

Таким образом, высококачественный обмолот может обеспечиваться управлением частотой вращения барабана аппарата и зазорами между бичами барабана и планками деки.

Для управления этими параметрами молотильно-сепарирующего аппарата, который функционирует в существенно нестационарных условиях, и, учитывая экстремальную характеристику эффективности выполняемой работы, можно использовать системы экстремального регулирования