

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ – 2020

Сборник научных статей по материалам
XXIII Международной научно-технической конференции
Часть 1
20-22 мая 2020 года

MEDICAL-ECOLOGICAL INFORMATION TECHNOLOGIES – 2020

The Compilation of Articles of the
XXIII International Scientific and Technical Conference
Part 1
May 20-22th, 2020

Ответственный редактор д-р техн. наук,
профессор Н. А. Корневский

Курск 2020

УДК 615.47(063)

ББК К761я431

М 42

Рецензент

Доктор технических наук, завкафедрой системного анализа и управления
в медицинских системах Воронежского государственного технического
университета, профессор *Е. Н. Коровин*

Редакционная коллегия:

Н. А. Корневский, д-р техн. наук, профессор (*отв. ред.*)

С. А. Филист, д-р техн. наук, профессор (*зам. отв. ред.*)

В. С. Титов, д-р техн. наук, профессор

В. Г. Буданов, д-р филос. наук, профессор

М. В. Артеменко, канд. биол. наук, доцент (*ученый секретарь*)

М 42 **Медико-экологические информационные технологии – 2020:**
сборник научных статей по материалам XXIII Международной научно-
технической конференции: в 2 ч. Ч. 1 / редкол.: Н. А. Корневский (отв.
ред.) [и др.]; Юго-Зап. гос. ун-т. – Курск, 2020. – 302 с.

ISBN 978-5-7681-1467-1 (Ч. 1)

ISBN 978-5-7681-1469-5

Сборник содержит научные статьи по материалам XXIII Международной научно-технической конференции «Медико-экологические информационные технологии – 2020». Представлены результаты научно-исследовательских и экспериментальных работ ученых и специалистов – представителей промышленных предприятий, лечебно-профилактических учреждений, преподавателей, аспирантов и студентов вузов, отражающие достижения в области информационных технологий и применяемых в медико-экологических и социально-философских исследованиях, посвященных проблемам анализа и управления здоровьем человека как элемента социума в России и за рубежом. Материалы для публикации одобрены программным комитетом XXIII Международной научно-технической конференции.

The collection contains scientific articles based on the materials of the XXIII International Scientific and Technical Conference "Medical and Environmental Information Technologies - 2020". Are presented the results of research and experimental work of scientists and specialists - representatives enterprises, medical institutions, teachers, graduate students and university students, reflecting the achievements in the field of information technologies and used in medical-ecological and socio-philosophical studies devoted to the problems of analysis and management of human health as an element of society in Russia and abroad. Materials for publication approved by the program committee of the XXIII International Scientific and Technical Conference.

УДК 615.47(063)

ББК К761я431

ISBN 978-5-7681-1467-1 (Ч. 1)

ISBN 978-5-7681-1469-5

© Юго-Западный государственный
университет, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

ВСТУПИТЕЛЬНОЕ СЛОВО	7
КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ	8
<i>Корневский Н. А., Титова А. В.</i> Оценка влияния электромагнитных полей радиочастотного диапазона на состояние здоровья.....	8
<i>Дронова Т. А., Mudali K. S.</i> Bendopnea as a sign of severity of chronic heart failure in frailty patients.....	11
<i>Дронова Т. А., Rashmi Vasundara Mudali K. S., Adu Dolapo R., Ituma M. U.</i> Bendopnea and psychosomatic status in geriatric patients with heart failure	20
<i>Samoylova A. S.</i> Maternal happiness-a healthy newborn	28
<i>Анненков Д. А.</i> Устройство мониторинга состояния здоровья человека	31
<i>Рябчун М. А.</i> Использование портативных кардиоскопов в профилактике и своевременной диагностике сердечно-сосудистых заболеваний.....	35
<i>Титова А. В.</i> Влияние электромагнитных полей радиочастотного диапазона на состояние здоровья.....	41
<i>Полякова Е. Е.</i> Использование интегрального показателя для оценки изменения функционального состояния организма человека	45
<i>Полякова А. В.</i> Состояние экологии и заболеваемость в Курской области – пилотный анализ	51
<i>Рybochkin A. F.</i> Devices for monitoring the state of bee families by their acoustic noise	57
<i>Заикин Я. О.</i> Мониторинг окружающей среды мегаполиса при помощи беспилотных летательных аппаратов	65

<i>Самойлова А. С.</i>	
Синоптический анализ частоты вспышек вирусных инфекций в России	70
<i>Artemenko M. V., Salieva M. D.</i>	
Pilot cyber simulation of the spread of COVID-19	75
<i>Трифонов А. А.</i>	
Биотехническая система реабилитационного типа для восстановления двигательной активности.....	87
<i>Стороженко А. И., Быков А. В., Корневский Н. А.</i>	
Определение эффективных структур головного мозга в процессе реабилитации больных с неврологическими заболеваниями на основе технологии искусственного интеллекта.....	92
<i>Стародубцева Л. В., Медников Д. А., Корневская Е. Н.</i>	
Исследование свойств психических функций с использованием аппаратно-программных комплексов Юго-Западного государственного университета.....	97
<i>Гаспарян Н.</i>	
Происхождение термина «плацебо», механизмы «эффекта плацебо»	102
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ	
105	
<i>Забанов Д. С.</i>	
Интеллектуальное управление электромагнитным воздействием на органы-мишени	105
<i>Поляков А. В., Филиппов С. В.</i>	
Автоматизированная система оценки когнитивных функций памяти.....	109
<i>Скопин Д. Е., Горбачева А. А., Калуцкий И. В.</i>	
Использование новой цветовой модели для стеганографической передачи медицинской информации	111
<i>Родионова С. Н., Бурлаков П. В., Медников Д. А.</i>	
Модель и алгоритм оценки степени тяжести ишемии сердца.....	115
<i>Фролов И. А., Поляков А. В.</i>	
Автоматизированная система оценки когнитивных функций внимания	121
<i>Gorbacheva M. I.</i>	
Wireless electronic system of ecological atmospheric monitoring.....	124

Агибалова В. Е.

Влияние инфаркта миокарда на людей пожилого возраста..... 127

Протасова З. У.

Формирование дескрипторов для интеллектуальных систем прогнозирования критических состояний по результатам исследования континуума реверсивных вольт-амперных характеристик биоматериала в зонах аномальной электропроводности..... 131

Винников А. В.

Обзор методов диагностики сердечно-сосудистых заболеваний на основе искусственного интеллекта 136

Коняев Д. А., Титов А. А.

Влияние витамина D на зрительные функции больных ВМД и катарактой в пожилом возрасте..... 141

Kiryutkin M. V., Artemenko M. V.

Prospects of smart-applications of predicative diagnosis of oncological diseases when screening 145

Бондарева Л. А., Суханова М. В.

Устройство для оценки функционального состояния растительных объектов 149

Skopin P. D., Skopin D. E., Zzeh J. A.

Smart gas leak detector and preventor with temperature and humidity compensation 153

Родионов Д. С.

Дифференциальная диагностика форм пиелонефрита с использованием технологии мягких вычислений 156

Gorbacheva M. I.

Diagnosis of breast pathologies by its image using a neural network..... 161

Myasnyankin M. B.

Method of virtual flows formation on the basis of hybrid neural network technologies for medical calculato 165

Стадниченко Н. С., Протасова З. У.

К вопросу формирования дескрипторов с использованием анизотропных свойств биологических материалов 170

Красильникова Е. А.

Исследование и разработка результативности лечения бесплодия 174

Медников Д. А., Стародубцев В. В.

Заболеваемость работников локомотивных бригад и ее оценка с использованием нечеткой логики принятия решений 179

Коптев Д. С.

Снижение атмосферного давления как фактор влияния
на физиологическое состояние пилота в процессе полёта..... 182

Краснопивцева Д. В.

Интерфейсы «мозг–компьютер» на основе электроэнцефалограмм:
сравнительный анализ, рекомендации 188

СОЦИОГУМАНИТАРНЫЕ РИСКИ СОВРЕМЕННЫХ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
КАК ФАКТОР НАПРЯЖЕННОСТИ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ..... 195

Асеева И. А., Буданов В. Г.

К вопросу построения рискогенных ландшафтов в цифровую эпоху 195

Буданов В. Г., Аршинов В. И., Артеменко М. В., Асеева И. А.

Семиотические и цифровые социотехнические ландшафты
и антропологические ключи цифровизации 203

Корневский Н. А., Родионова С. Н.

Семантическая модель сетевой базы знаний экспертной системы
анализа поведения социотехнических ландшафтов 222

Маякова А. В.

Философско-методологический анализ технологий цифровой реальности:
возможности и угрозы..... 233

Гримов О. А.

Социально-сетевая культура: свойства, риски и перспективы 236

Подвальный С. Л., Васильев Е. М.

Анализ влияния генетического многообразия
на эволюционную устойчивость популяций 241

Артеменко М. В.

Пилотное моделирование реакции социотехнического ландшафта
на феномены «Черного лебедя»: кривые Гартнера
и распространение эпидемии..... 246

Ключникова О. Е., Ключникова В. А., Цельковский В. Г.

Применение цифровых технологий в обучении студентов
в современных медицинских центрах..... 268

Артеменко М. В.

Кривые Гартнера – ретропредикативные иллюстранты
трансформаций востребований социальных практик
к цифровым технологиям 274

ABSTRACT 286

ВСТУПИТЕЛЬНОЕ СЛОВО

Современный этап развития науки и практики характеризуется конвергенцией гуманитарных и технических мировоззрений на роль Человека в развитии Мира. Окружающий мир влияет на человека, человек влияет на мир. В результате возникают определенные трансформации как планетарного, так и личного характеров. Антропогенное влияние изменяет экологию человека, что приводит к возникновению проблем как со здоровьем популяции и личности, так и с деформацией эволюционных процессов. Возникает необходимость в применении и разработке новых методологий и технической поддержки медицинских, биологических и социальных исследований (особенно в областях профилактики и лечения социально значимых заболеваний, управления социальными системами в условиях цифровой реальности).

Несмотря на экспансию информационных и цифровых технологий в повседневное бытие человеческое (включая медицину и здравоохранение, управление социальными процессами), в настоящее время существуют актуальные проблемы:

- применения доказательной медицины и математического моделирования в условиях плохо структурированной и нечеткой информации, большом субъективизме в описания исследуемых объекта, систем и процессов;
- развития дистанционной медицины и образования и средств коммуникаций и поддерживающих их интерфейсов;
- разработки новых методов и приборов медицинского назначения, основанных на цифровых технологиях, средствах искусственного интеллекта.

К основным направлениям, отраженным в статьях сборника, относятся: информационные технологии в медико-биологических и экологических системах, биомедицинские и биотехнические системы (анализ и управление), системы поддержки принятия решений, математическое моделирование, приборы и системы медицинского, биологического и экологического назначения, анализ поведения социотехнических ландшафтов в условиях цифровой реальности.

Сборник включает 97 статей, в том числе 14 на английском языке, представлены научные школы 13 городов Российской Федерации, и докладчики являются представителями 6 государств ближнего и дальнего зарубежья: Украины, Молдовы, Иордании, Шри-Ланки, Нигерии, Эквадора.

Материалы конференции будут полезны научным работникам, инженерам, аспирантам, магистрантам, студентам старших курсов, ученым и практикам, занимающимся теоретическими и прикладными вопросами использования современных информационных и компьютерных технологий в медико-биологической практике.

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

УДК 615.47

Н. А. Корневский, А. В. Титова

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Курск

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ РАДИОЧАСТОТНОГО ДИАПАЗОНА НА СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ

Предложен метод синтеза математических моделей прогнозирования возникновения и диагностики заболеваний, вызываемых влиянием электромагнитных полей радиочастотного диапазона на организм человека, рассмотрено влияние электромагнитного излучения радиочастотного диапазона на появление и развитие заболеваний нервной системы

Ключевые слова: электромагнитное поле, радиочастотный диапазон, здоровье человека, нервная система, тепловой эффект, специфическое воздействие.

Многочисленные исследования отечественных и зарубежных ученых показывают, что длительное воздействие электромагнитных полей (ЭМП) радиочастотного диапазона искусственного происхождения оказывают негативные воздействия на организм человека. Радиочастотный диапазон занимает большую полосу частот от 3 кГц до 300 ГГц, которые, имея различные механизмы взаимодействия с тканями человеческого тела, порождают многообразные отклики организма, приводя к различным патологическим процессам. Различным образом влияют и ЭМП различной интенсивности, порождая тепловые и специфические процессы в организме человека. Значимо меняется характер воздействия от сочетанных и комбинированных ЭМП радиочастотного диапазона в сочетании с другими экзогенными и эндогенными факторами риска.

Анализ структуры данных, описывающих факторы риска, характерные для заболеваний, провоцируемых ЭМП радиочастотного диапазона (ЭМПРД), показал, что наиболее адекватным математическим алгоритмом для оценки состояния здоровья исследуемой категории людей, является методология синтеза гибридных нечетких решающих правил и её модификация, учитывающая особенности взаимодействия ЭМПРД с биообъектами.

С учетом этих особенностей в работе предлагается следующий механизм синтеза решающих правил оценки состояния здоровья людей, подверженных воздействию исследуемого частотного диапазона.

На первом этапе создается экспертная группа, компетентная в области взаимодействия ЭМП с биообъектами и имеющая опыт синтеза гибридных нечетких решающихся правил для решения задач прогнозирования и медицинской диагностики с плохоформализуемой структурой данных. Эксперты определяют диапазоны исследуемых частот и исследуемые классы состояний, для которых с учетом рекомендаций работ [1,2,3,4] определяются списки дополнительных экзогенных и эндогенных факторов риска и способы их описания в виде списков информативных признаков.

На втором этапе для ЭМПРД с учетом рекомендаций определяется уверенность UEP_ℓ в появлении и развитии заболеваний ω_ℓ в соответствии с формулой

$$UEP_\ell = F_{\ell Ag}[\mu_{\ell i}(z_{\ell i})], \quad (1)$$

где $\mu_{\ell i}(z_{\ell i})$ – функция принадлежности к классу заболеваний ω_ℓ для частотного диапазона с номером i ; $z_{\ell i}$ – соответствующая базовая переменная; $F_{\ell Ag}$ – функция агрегации для исследуемых диапазонов частот.

Базовая переменная с учетом рекомендаций [5,6,7,8] определяется выражением

$$z_\ell = f_\ell(Q) \cdot f_\ell^*(t_B), \quad (2)$$

$f_\ell(Q)$ – нормировочная функция степени влияния ЭМП исследуемых диапазонов на появление и развитие заболеваний ω_ℓ с областью определения $[0, \dots, 1]$; $f_\ell^*(t)$ – нормировочная функция степени влияния времени нахождения обследуемого под воздействием исследуемого диапазона частот ЭМП.

В свою очередь

$$Q = \sum_i \left(\frac{\text{ЭЭ}_{Ei}}{\text{ЭЭ}_{Ei\text{пду}}} + \frac{\text{ЭЭ}_{Hi}}{\text{ЭЭ}_{Hi\text{пду}}} \right), \quad (3)$$

где $\text{ЭЭ}_{Ei} = E_i^2 \cdot T$ – энергетическая экспозиция электрического поля для диапазона частот f_i ; E_i – напряженность электрической составляющей ЭМП; T – время воздействия за смену в часах; $\text{ЭЭ}_{Hi} = H_i^2 \cdot T$ – энергетическая экспозиция магнитного поля для i -го диапазона частот; H_i – напряженность магнитной составляющей ЭМП; $\text{ЭЭ}_{Ei\text{пду}}$, $\text{ЭЭ}_{Hi\text{пду}}$ – соответствующие предельно допустимые уровни.

Используя рекомендации работ [1, 7, 8, 9], определяется уверенность UPR_ℓ в появлении и развитии заболеваний ω_ℓ для других факторов риска, которая агрегируется в финальное решающее правило следующего вида:

$$UF_\ell = FF_\ell(UEP_\ell, UPR_\ell). \quad (4)$$

Используя математическую модель (4), была получена математическая модель прогнозирования заболеваний нервной системы у людей, длительно профессионально работающих на персональном компьютере.

В ходе математического моделирования и экспертного оценивания было показано, что уверенность в правильном прогнозе появления заболеваний нервной системы у профессиональных «компьютерщиков» превышает уровень 0,86.

Список литературы

1. Мясоедова М. А. Прогнозирование и ранняя диагностика профессиональных заболеваний работников электроэнергетической отрасли на основе гибридных нечетких моделей: дис. ... канд. техн. наук. Курск, 2019. 162 с.
2. Корневский Н. А. Проектирование нечетких решающих сетей, настраиваемых по структуре данных для задач медицинской диагностики // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2005. Т. 4, № 1. С. 12-20.
3. Корневский Н. А. Использование нечеткой логики принятия решений для медицинских экспертных систем // Медицинская техника. 2015. № 1. С. 33-35.
4. Корневский Н. А., Родионова С. Н., Хрипина И. И. Методология синтеза гибридных нечетких решающих правил для медицинских интеллектуальных систем поддержки принятия решений. Старый Оскол: ТНТ, 2019. 472 с.
5. Корневский Н. А., Крупчатников Р. А., Аль-Касасбех Р. Т. Теоретические основы биофизики акупунктуры с приложениями в медицине, психологии и экологии на основе нечетких сетевых моделей. Старый Оскол: ТНТ, 2013. 528 с.
6. Конева Л. В., Корневский Н. А., Дегтярев С. В. Оценка уровня психоэмоционального напряжения и утомления по показателям, характеризующим состояние внимания человека // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2012. Т. 11, № 4. С. 993-1000.
7. Метод оценки функционального резерва человека-оператора на основе комбинированных правил нечеткого вывода / Н. А. Корневский, А. Н. Коростелев, Л. В. Стародубцева, В. В. Серебровский // Биотехносфера. 2012. № 1. С. 44-49.
8. Гибридные нечеткие модели оценки функционального состояния и состояния здоровья человека-оператора информационно-насыщенных систем / Н. А. Корневский, С. Н. Родионова, И. И. Хрипина, М. А. Мясоедова // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2019. Т. 18, № 2. С. 105-109.
9. Программно-технический комплекс для исследования основных параметров внимания и памяти / Н. А. Корневский, Д. Е. Скопин, Р. Т. Аль-Касасбех, А. А. Кузьмин // Медицинская техника. 2010. № 1. С. 32-35.

UDC 616.07

T. A. Dronova¹, K. S. Mudali²

¹ *State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kursk State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Kursk*

² *Sri Lanka*

BENDOPNEA AS A SIGN OF SEVERITY OF CHRONIC HEART FAILURE IN FRAILTY PATIENTS

Heart failure is a clinical syndrome that can result from any structural or functional cardiac disorder. Not only one symptom is typical for this syndrome but also the combination of signs and symptoms. A novel symptom of advanced heart failure – bendopnea – was described in 2014. Also the prevalence of heart failure with age is more in elderly patients and due to this aim of investigation was to assess the phenotypic peculiarities of chronic heart failure in frailty patients to compare the clinical presentation of patients in the presence and absence of bendopnea. This study shows bendopnea is commonly present in elderly female patients who are obese. Distance of expected 6 minute walk distance, Borg scale before and after test were significantly different in patients with and without bendopnea. The prevalence of III class of chronic heart failure is typical for patients with bendopnea (versus II class - without bendopnea).

Keywords: chronic heart failure, bendopnea, frailty.

Heart failure (HF) is a clinical syndrome that can result from any structural or functional cardiac disorder that impairs ability of ventricles to fill with or eject blood. It is a complex clinical syndrome and a final common pathway of most heart diseases that affect approximately 26 million people worldwide. Furthermore, heart failure places great stresses on patients, caregivers and healthcare systems. Demands on healthcare services, in particular, are predicted to increase dramatically over the next decade as patient numbers rise owing to ageing populations, detrimental lifestyle changes and improved survival of those who go on to develop heart failure as the final stage of another disease [1-2]. HF is a syndrome characterized for most cardiovascular system (CVS) pathologies. This is a combination of symptoms (like dyspnoea, fatigue, palpitations or chest pain) and signs (like edema, pulmonary crackles, displaced apex beat and increased jugular venous pressure). The possible importance of symptoms as predictors of subsequent outcomes has received little attention in the medical literature yet is clearly of great potential clinical importance (for example in identification, monitoring and treatment of high risk patients) [3-4]. It is a widespread disorder in the world. It proves that this is an actual problem to be discussed. But even now the syndrome is not complete. Also there is no complete ability for the diagnosis. Even now there are different phenotypes (left, right and congestive heart failure), presence of new classification of HF according to Forrester and appearance of new clinical presentations of HF.

Also there are different phenotypes according to (EF) ejection fraction (decrease EF, normal EF and preserved EF of left ventricle) or can be systolic or diastolic HF. It is possible to examine natriuretic peptides level. But in real clinical practical it is not routinely use since it is an expensive procedure. And most of patients are with normal systolic EF. Due to this even now it is the discovery of the new clinical signs which are typical for HF. (example: Forrester classification of acute HF or exacerbation of chronic HF and the new sign “bendopnea”) [5-10]. Not only one symptom is typical for this syndrome but also the combination of signs and symptoms. (Example: Framingham criteria in which using major and minor criterions for the diagnosis of HF). Due to this it is very actual problem. Also the prevalence of HF with age is more in elderly patients and due to this aim of our investigation was to assess the phenotypic peculiarities of chronic heart failure in frailty patients. So for the decision of this aim it is necessary to exam such tasks as: to assess the different phenotypic features of chronic heart failure in frailty patients, to examine the frequency and hemodynamic correlates of patients with bendopnea, to compare the clinical presentation of patients in the presence and absence of bendopnea, to investigate the prevalence of clinical associated features.

Materials and Methods. This study was carried out in Kursk Regional Hospital of War Veterans with examination of 33 patients (9 male -27.2% and 24 female- 72.8%) of age of 61 to 89 years old (74.79 ± 6.40 years) with Essential Hypertension (EH) II- III degree III stage, associated with Ischemic Heart Disease (IHD) and complicated by Chronic Heart Failure (CHF) with normal EF 2A stage (by *Vasilenko V.H and Strazhesko N.D.*) II- III class (NYHA) Stage C (ACC/AHA).

Medical history, current diagnoses, medications, dynamometry, assessment and cardiovascular pathology treatment plan were extracted from patient hospital charts.

Bendopnea (Fig.1). Patients with heart failure often experience this when bending over to tie a shoe or putting socks on. It has been defined as occurring within 30 seconds of bending over, but could occur in as few as 8 seconds [5-9].



Fig. 1. Bendopnea occur in patients with heart failure when they bend over, such as when tying their shoes [5]

In order to determine the presence of bendopnea, each patient was asked to sit on a chair and bent forward at the waist as if putting on their socks or shoes, while an investigator timed the duration to the onset of shortness of breath, as stated to the patient “tell me when you feel short of breath”. The patient was classified as having bendopnea if they reported shortness of breath within 30 sec of bending. In addition, patients were queried regarding the Borg scale and measure respiratory rate (RR) before and after bend down.

The six minutes’ walk test (6MWT) measures the distance an individual is able to walk over a total of six minutes on a hard, flat surface. It provides information regarding functional capacity, response to therapy and prognosis across a broad range of chronic cardiopulmonary conditions. Before the test blood pressure (BP), heart rate (HR), Borg scale and oxygen saturation (SpO₂) were measured in all the patients. All the patients are given instructions to walk as far as possible for six minutes and walk to the marked point and turn around. And to continue walk back and forth for six minutes. Also asked those to inform if appear chest pain while walking. After six minutes total distance was taken into account and again patient’s BP, HR, Borg scale and SpO₂ measured [12].

Statistical Analysis. For the statistical processing of the data, the type of distribution of each of the parameters studied was determined using Kolmogorov-Smirnov, Shapiro-Wilkie and chi-square tests. For parameters having a normal distribution, for the case of equal variances, the homosceda t-rest of the Student was used for the case of equal variances, for the case of different variances –the heterosceda t-test of the Student: the data are presented as the mean \pm standard deviation ($M \pm \delta$); Qualitative variables in relative values (%) ($M \pm \delta$).

Results. Clinical characteristics of subjects with and without bendopnea: percentage of the patients with bendopnea and without bendopnea in different age groups is shown in figure 2. Division was according to age classification by World Health Organization (WHO) of 2016 year in which classified as age 18- 44 years – young, 45-59 years –middle aged, 60-74 years- elderly, 75-89 years – senile and more than 90 years – long living.

In our study we conducted the examination of patients from age group 61-89 years old. Out of 33 patients 22 patients (66.6%) were between 60-74 age groups while 11 patients (33.3%) were belongs to 75-89 age groups. Mean age of bendopnea in our study was 74 years (74 ± 6.40). Out of the patients in 60-74 age group, 13 (59%) were with bendopnea while 9 (41%) without bendopnea. At the same time in 75-89 age groups, 7 patients (63.6%) were with bendopnea and 4 patients (36.4%) were without bendopnea.

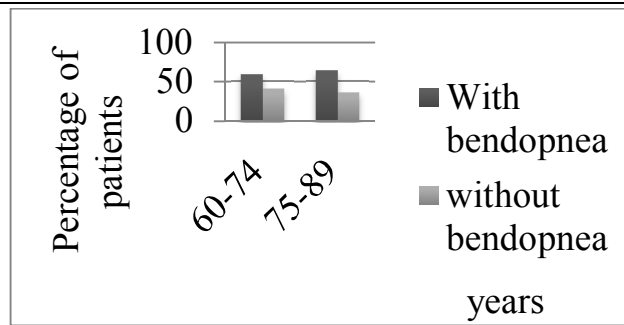


Fig. 2. The percentage of the patients with bendopnea and without bendopnea in different age groups

According to this we can state that bendopnea is more common in elderly patients. Table 1 shows the number of patients with bendopnea in different age groups.

Table 1

Results of bendopnea in different age groups

Age group	No. of patients (n=20)	Significance
60-74 years	13 (65%)	0.006605
75- 89 years	7 (35%)	0.250724

13 patients with bendopnea were in 60-74 age group ($p=0.006605$) while 7 patients were in 75-89 age group ($p=0.250724$). According to table 1 we can state that bendopnea is more prevalent in elderly age group.

Percentage of the patients with bendopnea and without bendopnea also varies with gender. This is shown in figure 3.

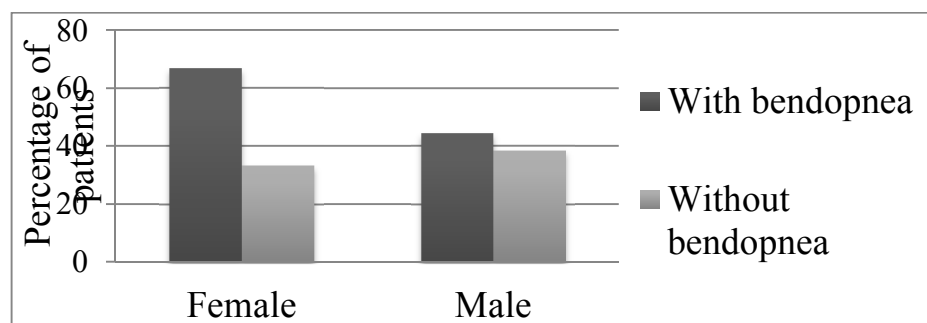


Fig. 3. The percentage of the patients with bendopnea and without bendopnea in relation to gender

Our study was conducted among 24 female patients and 9 male patients. Out of female patients 16 (66.7%) were presented with bendopnea while 8 (33.3%) without bendopnea. Out of male patients 4 (44.4%) presented with bendopnea while 5 (55.6%) presented without bendopnea.

Table 2 shows the gender prevalence in patients with bendopnea.

Table 2

Results of bendopnea in male and female patients

Gender	No. of patients (n=20)	Significance
Female	16 (80%)	P= 0.004
Male	4 (20%)	P=0.12

According to table 2 we can state that bendopnea is more prevalent in female patients.

Percentage of the patients with bendopnea and without bendopnea also varies with body mass index (BMI). This is shown in figure 4.

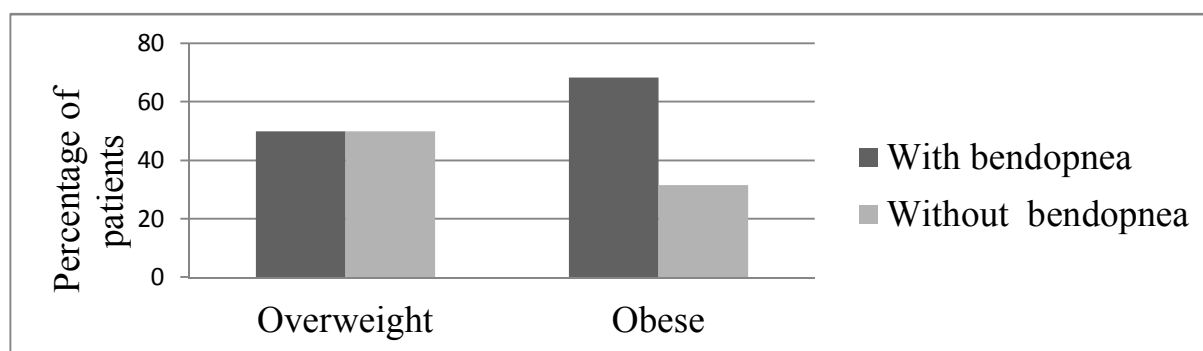


Fig. 4. The percentage of patients with bendopnea and without bendopnea in relation to Body Mass Index

Our study was conducted among 14 overweight patients and 19 obese patients. Out of overweight patients 7 (50%) were presented with bendopnea while 7 (50%) without bendopnea. This indicates no clinical significance of being overweight on bendopnea prevalence ($p > 0.05$). Out of obese patients 13 (68.4%) presented with bendopnea while 6 (31.6%) presented without bendopnea ($p < 0.05$). Table 3 shows the prevalence of BMI in patients with bendopnea.

Table 3

Results of bendopnea in overweight and obese patients

BMI	No. of patients (n=20)	Significance
Overweight	7 (35%)	0.2507
Obese	13 (65%)	0.0066

According to table 3 bendopnea is prevalence in obese patients while in overweight patients without clinical significance.

Figure 5 shows the average for overall changes in 6MWT parameters in bendopnea patients, during first and second time. The 6MWT measures the dis-

tance an individual is able to walk over a total of six minutes on a hard, flat surface. It provides information regarding functional capacity, response to therapy and prognosis across a broad range of chronic cardiopulmonary conditions. Due to adaptations to the procedure revealed earlier [12] we conducted 6MWT twice to compare the results.

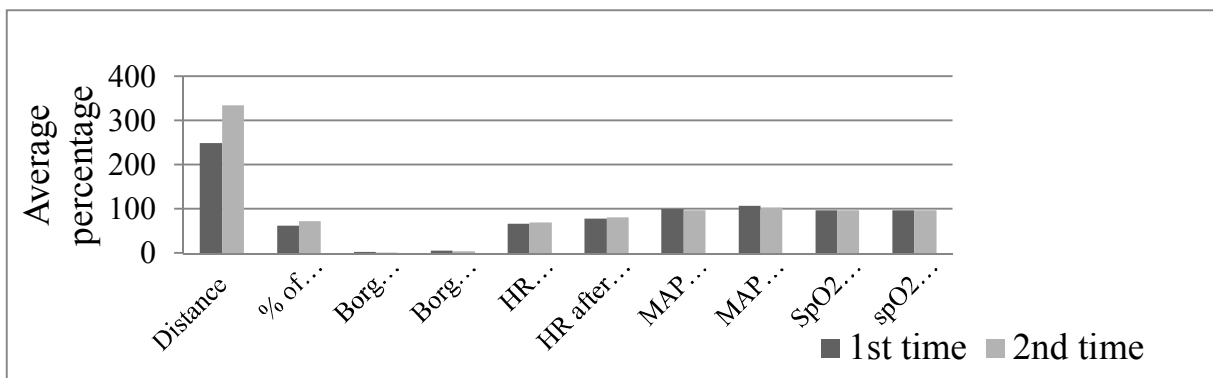


Fig. 5. The results for 6MWT showing the average for overall changes in 6MWT parameters in bendopnea patients, during first and second time

Parameters: 1-distance ($P= 5.17E-05$), 2- percentage of expected distance ($P= 0.00033$), 3 –borg scale before test ($P=0.00157$), 4- borg scale after test ($P=0.00035$), 5- HR before test ($P=3.19E-05$), 6- HR after test ($P=0.35609$), 7- MAP before test ($P=0.50794$), 8- MAP after test ($P=0.0421$), 9-SpO₂ before test ($P=0.002156$),10- SpO₂ after test ($P=0.68215$).

The quality of 6MWT test has improved significantly in most (7 of 10) parameters during second time: distance, percentage of expected distance, Borg scale before and after test, HR before test, MAP after test and SpO₂ before test. Figure 6 shows the average for overall changes in 6MWT parameters in non bendopnea patients, during first and second time.

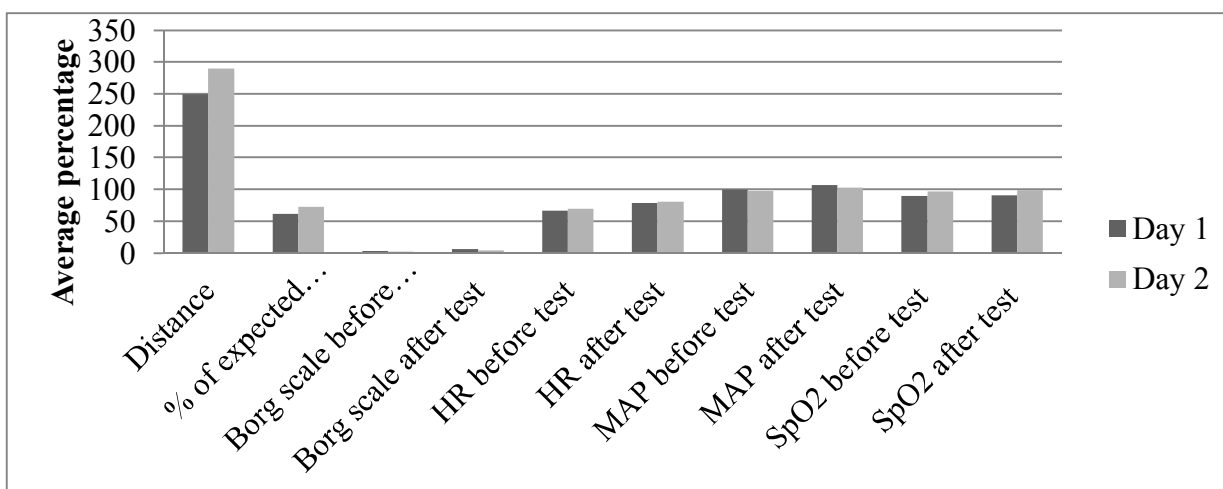


Fig. 6. The results for 6MWT showing the average for overall changes in 6MWT parameters in patients without bendopnea, during first and second time

Parameters are the same as in the Fig. 5.

The quality of 6MWT test has improved in (4 of 10) parameters during second time: distance, percentage of expected distance, Borg scale before and after test. 6 minute walk distance (6MWD) and functional class of CHF (NYHA) is described below. Absence of CHF – when the distance is more than 551m:

- I FC- When distance is 426-550m
- II FC – When distance is 301-425m
- III FC -When distance is 151-300m
- IV FC- When distance is less than 150m.

Table 4 shows the overall changes in each parameter of the 6MWT in patients with and without bendopnea.

Table 4

Comparison of 6MWT results in patients with and without bendopnea

Parameter	With bendopnea (Average)	Without bendopnea (Average)	Significance
Distance	249.65	334.3077	P=3.62E-05
Expected distance (%)	62.405	79.038	P=0.0003135
Borg scale before test	3.125	0.6923	P=0.001567
Borg scale after test	6.4	1.615	P=0.000124
HR before test	67.25	69.7692	P=0.821104
HR after test	78.6	77.076	P=0.0643
MAP before test	99.905	97.884	P=0.3773
MAP after test	107.5675	103.0115	P=0.8378
SpO ₂ before test	96.95	89.84	P=0.7660
SpO ₂ after test	98.1	90.923	P=0.214

According to results in table 4 we can state that only distance, % of expected distance, Borg scale before and after 6MWT have a clinical significance (P<0.05).

Table 5 shows the number of bendopnea patients included in each FC which was described above.

Table 5

6MWD and functional class of CHF (NYHA) in patients with bendopnea during first and second time of 6MWT

Functional class	6MWT – № of patients	Significance
0	0	P>0.05
I	0	P>0.05
II	4 (20%)	P>0.05
III	14(70%)	P<0.05
IV	2(10%)	P>0.05

In our study patients with bendopnea were mostly found in III FC which was clinically significant.

Discussion. Bendopnea is a type of dyspnea in patients with HF recently described by Thibodeau et al [5-9]. In this study we aimed to assess the phenotypic peculiarities of CHF in frailty patients. The frequency of bendopnea was 18% in the study of Thibodeau et al., which included ambulatory patients with systolic HF, and 48.8% in the study of Baeza-Trinidad et al. which included patients with acute decompensate HF [13-15]. In our study, 20 of the 33 patients (60.6%) had bendopnea.

Our study reveals that bendopnea is more prevalence in female obese patients with NYHA functional classes II- III. BMI was higher in subjects with bendopnea than in those without. In other studies most subjects were white, male, 60 to 65 years of age, and NYHA functional classes III and IV [7, 8].

On physical examination, the signs associated with bendopnea were dyspnea, edema, and pleural effusion. But when compared with other three studies reported symptoms showed that dyspnea, orthopnea, paroxysmal nocturnal dyspnea, and abdominal fullness were more frequent in patients with bendopnea [5-7]. Thibodeau et al reported more frequent symptoms of angina, weight gain, and palpitations. However, Baeza-Trinidad et al showed that palpitation was not significantly different in patients with or without bendopnea. But in our study palpitation was not a frequent symptom too. Thibodeau et al and Dominguez-Rodriguez reported that ankle swelling was not different in patients with bendopnea or not [5-9, 13-15]. According to previous data also it was found the influence of combined therapy on the quality of life characteristics in comorbid patients with cardiovascular pathology [17]. 6MWT distance, % of expected walk distance, Borg scale before and after 6MWT were significantly different in patients with and without bendopnea.

Conclusion. This study shows bendopnea is commonly present in elderly female patients who are obese. Distance, % of expected walk distance, Borg scale before and after 6MWT were significantly different in patients with and without bendopnea. The prevalence of III class of CHF (NYHA) is typical for patients with bendopnea (versus II class without bendopnea).

References

1. Ponikowski P., Anker S. D., AlHabib K. F. Heart failure: preventing disease and death worldwide. 2014; 4e25. doi.org/10.1002/ehf2.12005.
2. Fatigue and dyspnoea in heart failure: insights from two large randomised clinical trials, Perez Moreno, Ana Cristina (2016) Fatigue and dyspnoea in heart failure: insights from two large randomised clinical trials. PhD thesis, University of Glasgow.

3. Global Public Health Burden of Heart Failure, Gianluigi Savarese and Lars H Lund , doi:10.15420/cfr.2016:25:2 ,Card Fail Rev. 2017 Apr; 3(1): 7–11.

4. Mozaffarian D., Benjamin E.J., Go A. S. American Heart Association Statistics Committee; Stroke Statistics Subcommittee. Heart Disease and Stroke Statistics-2016 Update: A report from the American Heart Association. Circulation. 2016;133: e38–e360.doi 10.1161.

5. Thibodeau, Jennifer T.; Turer, Aslan T.; Gualano, Sarah K.; Ayers, Colby R.; Velez-Martinez, Mariella; Mishkin, Joseph D.; Patel, Parag C.; Mammen, Pradeep P.A.; Markham, David W.; Levine, Benjamin D.; Drazner, Mark H. (2014). "Characterization of a Novel Symptom of Advanced Heart Failure: Bendopnea". JACC: Heart Failure. 2 (1): 24–31. doi:10.1016/j.jchf.2013.07.009

6. 'Bendopnea': A New Symptom to Help Spot Sicker HF Patients". Medscape. 2014-04-14. Retrieved 2016-05-06.

7. Rice, Sabriya (2014-03-20). "'Bendopnea' identified as heart failure symptom". Modern Healthcare. Retrieved 2016-05-09.

8. "Cardiologists define new heart failure symptom: Shortness of breath while bending over: March 18, 2014 News Releases". UT Southwestern, Dallas, Texas. 2014-03-18. Retrieved 2016-05-09.

9. "Bendopnea — What Is It and What's Its Significance?". AHC Media. 2014-05-15. Retrieved 2016-05-09.

10. "Framingham Criteria for Congestive Heart Failure". *Medical criteria.com*. 2005. Archived from the original on 8 October 2010. In turn citing: Framingham study 1971.

11. Forrester J. S., Diamond G., Chatterjee K. Medical therapy of acute myocardial infarction by application of hemodynamic subsets. *N Engl J Med*. 1976; 295:1356-1362.

12. Dronova T. A., Adu-Parkoch A. M., Omodolor P. E. Short QT Interval in Young Healthy Subjects of African and Caucasian Race during 6-Minute Walk Test Journal of Arrhythmia. – 2016. – Volume 32 Supplement (December 2016) – P. 149.

13. Thibodeau J. T., Jenny B. E., Maduka J. O. Bendopnea and risk of adverse clinical outcomes in ambulatory patients with systolic heart failure. *Am Heart J*. 2017; 183:102–107.

14. Baeza-Trinidad R, Mosquera-Lozano JD, El Bikri L. Assessment of bendopnea impact on decompensated heart failure. *Eur J Heart Fail*. 2017; 19:111–115.

15. Dominguez-Rodriguez A., Thibodeau J. T., Abreu-Gonzalez P. Association between bendopnea and key parameters of cardiopulmonary exercise testing in patients with advanced heart failure. *J.Card.Fail*. 2016; 22 (2): 163e165.//doi.org/10.1016/j.cardfail.2015.12.013.

16. Dronova T. A., Fawaz Z. F. The influence of combined therapy on the quality of life characteristics in comorbid patients with cardiovascular pathology // Медико-экологические информационные технологии – 2019: сборник научных статей по материалам XXII Международной научно-технической конференции / редкол.: Н. А. Кореневский [и др.]; Юго-Зап. гос. ун-т. Курск, 2019. С. 249-256.

UDC 616.07

**T. A. Dronova¹, K. S. Rashmi Vasundara Mudali²,
R. Adu Dolapo³, M. U. Ituma³**

¹ State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kursk State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Kursk

² Sri Lanka

³ Nijeria

BENDOPNEA AND PSYCHOSOMATIC STATUS IN GERIATRIC PATIENTS WITH HEART FAILURE

Bendopnea is a novel symptom of advanced heart failure. Also the prevalence of heart failure with age is more in elderly patients. *Frailty often presents with an increased burden of symptoms, medical complexity, and reduced tolerance for medical interventions. Awareness of frailty and associated risks for adverse outcomes, and an understanding of its biological basis, can improve care for this most vulnerable subset of patients.* The connection between depressive psychological status and cardiac failure is currently undeniable. The results demonstrate the severity of heart failure associated with bendopnea which in its turn associated with anxiety and depression in geriatric cardiac patients.

Keywords: heart failure, bendopnea, anxiety, depression, elderly patients.

Heart failure (HF) has been defined as global pandemic problem. Bendopnea, shortness of breath when bending forward, as a novel symptom of advanced heart failure is mediated by increased ventricular filling pressure during bending, which exacerbates an already high filling pressure [1]. It was also associated with a worse cardiac index, pulmonary capillary wedge pressure, right heart pressure, and pulmonary arterial pressure [2-7]. Diseases of the cardiovascular system and depressive anxiety disorders are currently the two most common causes of disability in high-income countries and are expected to become leading pathological conditions for the whole world by 2030. Anxiety and depression lead to a decrease in the quality of life, enhance clinical manifestations and mortality in cardiac patients. Pharmacological and epidemiological studies on the treatment of depressive spectrum disorders in a cardiology clinic demonstrate the restrictive tac-

tics of the use of antidepressants, given the wide range of adverse reactions (including the negative effect on the cardiac conduction system), while the effects of antihypertensive and anti-angina drugs on mental status have not been sufficiently studied in patients with comorbid cardiovascular pathology. Elderly and senile patients make up the predominant share in cardiology departments and lead in the number of hospitalizations, so choosing the optimal approach to their management can significantly reduce the economic burden on healthcare. In addition to chronic diseases of the cardiovascular system, older patients may develop geriatric syndromes, in particular, frailty, which significantly change the approaches to treating an elderly person and their control becomes more important in some cases than treatment of a single disease. The data provided determine the high relevance of the study.

Materials and methods. This study was carried out in Kursk Regional Hospital of War Veterans with examination of 33 patients (9 male -27.2% and 24 female - 72.8%) of age of 61 to 89 years old (74.79 ± 6.40 years) with Essential Hypertension (EH) II-III degree III stage, associated with Ischemic Heart Disease (IHD) and complicated by Chronic Heart Failure (CHF) with normal ejection fraction (EF) of the left ventricle - 2A stage (by *Vasilenko V.H. and Strazhesko N.D.*), II-III class (NYHA), stage C (ACC/AHA). Medical history, current diagnoses, medications, Barthel score, Lawton score, Mini nutritional assessment (MNA) score, Morse fall risk assessment and cardiovascular pathology treatment plan were extracted from patient hospital charts.

The Barthel includes 10 personal activities: feeding, personal toileting, bathing, dressing and undressing, getting on and off a toilet, controlling bladder, controlling bowel, moving from wheelchair to bed and returning, walking on level surface (or propelling a wheelchair if unable to walk) and ascending and descending stairs. The original Index is a three-item ordinal rating scale completed by a therapist or other observer in 2-5 minutes. Each item is rated in terms of whether the patient can perform the task independently, with some assistance, or is dependent on help based on observation (0=unable, 1=needs help, 2=independent). The final score is x 5 to get a number on a 100 point score. Proposed guidelines for interpreting Barthel scores are that scores of 0-20 indicate “total” dependency, 21-60 indicate “severe” dependency, 61-90 indicate “moderate” dependency, and 91-99 indicates “slight” dependency [8].

Lawton’s Instrumental Activities of Daily Living (IADL) Scale was developed to assess more complex activities (termed “instrumental activities of daily living”) necessary for functioning in community settings (e.g., shopping, cooking, managing finances). It contains 8 items that are rated with a summary score from 0 (low functioning) to 8 (high functioning). This scale can be administered through an interview or by a written questionnaire [9].

The Mini-Nutritional Assessment (MNA) is a 18- item screening tool used to identify older adults who are malnourished or at risk of malnutrition. Questions are weighted 2-3 points per item with maximum score of 30 points. Nourishment levels range from malnutrition (less than 17), risk of malnutrition (17-23.5), normal nutritional status (24-30) [10].

Morse fall risk assessment is a rapid and simple method of assessing a patient's risk of falling. Six variables have been shown to have predictive validity and interrater reliability. Morse fall score (MFS) Score 0-24 = No Risk of falling; good basic nursing care. MFS Score 25-50 = Low Risk; implement standard fall prevention protocols. MFS Score 51 or greater = High Risk; implement high-risk fall prevention protocols [11].

In this study two questionnaires were used. Hospital anxiety and depression scale (HADS) was used to assess anxiety and depression. McNair score was used to assess cognitive function. HADS questionnaire has two subscales: anxiety (A) and depression (D). When interpreting the data, the total index for each subscale (A and D) was taken into account, which was regarded as the norm for the sum of scores from 0 to 7, subclinical anxiety / depression (scores from 8 to 10) and clinically expressed anxiety/ depression (11 points and higher) [12].

McNair questionnaire assess cognitive function. When interpreting the data, the total index was taken into account. Total score of ≥ 43 indicates cognitive impairment [13].

In order to determine the presence of bendopnea, each patient was asked to sit on a chair and bent forward at the waist as if putting on their socks or shoes, while an investigator timed the duration to the onset of shortness of breath, as stated to the patient “tell me when you feel short of breath”. The patient was classified as having bendopnea if they reported shortness of breath within 30 sec of bending [1-7].

Statistical Analysis. For the statistical processing of the data, the type of distribution of each of the parameters studied was determined using Kolmogorov-Smirnov, Shapiro-Wilk's and chi-square tests. For parameters having a normal distribution, for the case of equal variances, the homoscedastic t-test of the Student was used for the case of equal variances, for the case of different variances – the heteroscedastic t-test of the Student: the data are presented as the mean \pm standard deviation ($M \pm \delta$); Qualitative variables in relative values (%) ($M \pm \delta$).

Results and Discussion. All the patients were questioned using McNair questionnaire to assess cognitive function. When interpreting the data, the total index was taken into account. Total score of ≥ 43 indicates cognitive impairment. Figure 1 demonstrates the comparison between the percentage of cognitive impaired bendopnea patients with non- bendopnea patients.

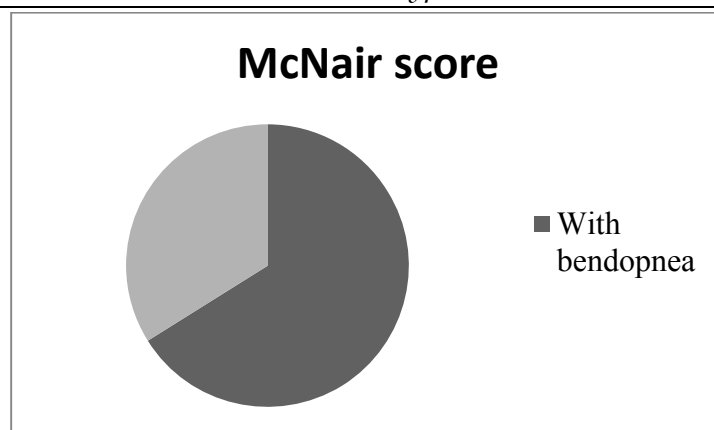


Fig.1. Results for McNair score

Showing the comparison between the percentage of cognitive impaired bendopnea patients with non-bendopnea patients.

Out of 20 bendopnea patients, 6 (30%) were found with cognitive impairment ($P < 0.05$). Out of 13 non-bendopnea patients, 2 (15.38%) were found with cognitive impairment ($p < 0.05$). According to our results significant number of the patients with bendopnea has cognitive impairment.

Also all patients were questioned using Bartel, Lawton and MNA questionnaires. During Bartel score assessment all the patients were within 61-90 points which indicates moderate dependence on vital activity ($p < 0.05$). There is no clinical significance of Bartel score on both bendopnea and non bendopnea patients.

During Lawton score assessment all the patients need significant help in carrying out activities of instrument functional activity ($p < 0.05$). Eventhough we examined frailty patients there was no clinical significance of Lawton score on both patient groups. During MNA all the patients had normal nutritional status ($p < 0.05$).

All patients are questioned using the HADS questionnaire for two subscales: anxiety (A) and depression (D). When interpreting the data, the total index for each subscale (A and D) was taken into account, which was regarded as the norm for the sum of scores from 0 to 7, subclinical anxiety / depression (scores from 8 to 10) and clinically expressed anxiety/ depression (11 points and higher). Figure 2 shows the percentage of anxiety and depression scored by patients, with and without bendopnea. Showing the percentage of anxiety and depression scored by patients, with and without bendopnea. Out of patients with bendopnea 13 (65%) presented with anxiety and 8 (40%) presented with depression ($P < 0.05$). Out of patients without bendopnea 5 (38.46%) presented with anxiety and 2 (15.38%) presented with depression ($P > 0.05$). According to our results most patients with bendopnea have anxiety and depression.

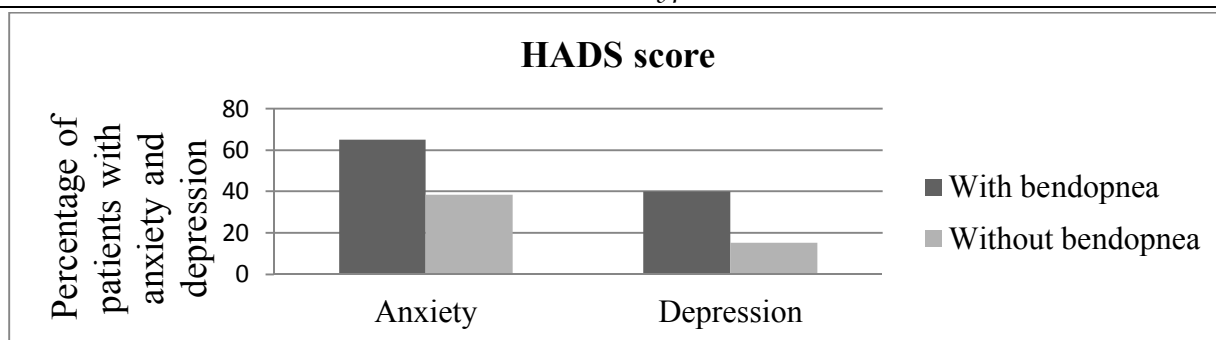


Fig.2. Results for HADS

All patients were questioned using Morse fall scale. When interpreting the data the total index was taken into account, which was regarded as the norm for the sum of scores from 0-4, low risk (scores from 5-20), moderate risk (scores from 25-45) and higher risk (46 points and higher). Figure 3 shows the percentage of fall risk patients with and without bendopnea.

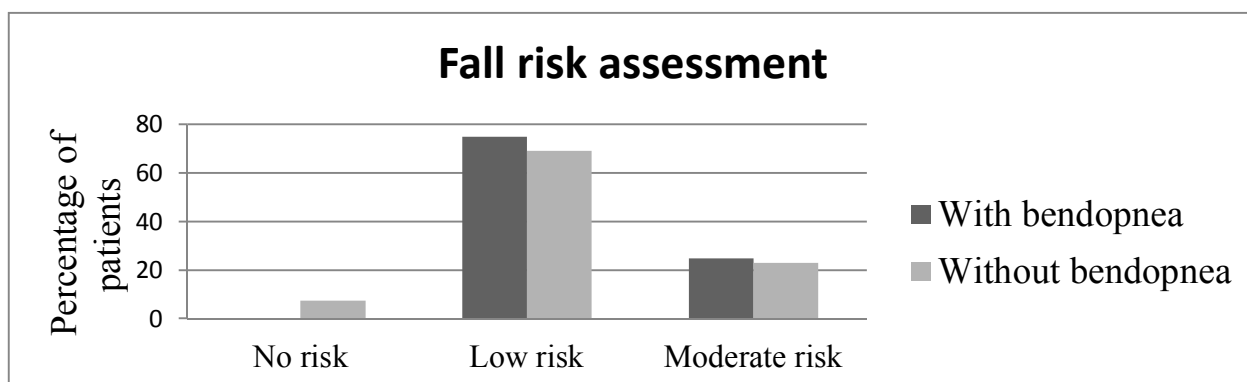


Fig.3. Results for fall risk assessment

Showing the percentage of fall risk patients with and without bendopnea.

Results of Morse fall scale in bendopnea patients: all the patients are under low and moderate fall risk groups. 15 patients (75%) were under low risk while 5 patients (25%) with moderate fall risk.

Results of Morse fall scale in non-bendopnea patients: 1 patient (7.6%) with no risk, 9 (69.23%) with low risk and 3 (23.07%) with moderate fall risk.

Table demonstrates the risk levels of score between bendopnea and non bendopnea patients.

Risk levels of score between bendopnea and non bendopnea patients

Risk level	No. of patients with bendopnea	No. of patients without bendopnea	Significance
No risk	0	1 (7.6%)	P>0.05
Low level	15 (75%)	9 (69.2%)	P>0.05
Moderate level	5 (25%)	3 (23.07%)	P>0.05

According to results there is no significance of fall risk in both patients groups.

Statistical analysis of McNair and HADS questionnaire showed significant variations with a p value < 0.05. This examination shows positive impact of anxiety, depression and cognitive impairment on patients with bendopnea. Examination of frail patients demonstrates that bendopnea more often present on decompensated heart failure. The same results were found by other authors: association between bendopnea and key parameters of cardiopulmonary exercise testing in patients with advanced heart failure) [15, 16]. Our previous publications have shown the development of mental disorders in elderly patients with cardiovascular pathologies, especially heart failure [17-23].

Conclusion:

- According to our results, a significant number of examined patients with bendopnea have cognitive impairment.
- During Bartel score assessment all the patients were within 61-90 points which indicates moderate dependence on vital activity, there is no clinical significance of Bartel score on both bendopnea and non-bendopnea patients (p<0.05).
- During Lawton score assessment all the patients need significant help in carrying out activities of instrument functional activity. Even though we examined frailty patients there was no clinical significance of Lawton score on both patient groups (p < 0.05).
- Mini-Nutritional Assessment demonstrates normal nutritional status in all examined patients (p < 0.05).
- According to our results most patients with bendopnea (versus patients without bendopnea) have anxiety and depression. Statistical analysis of McNair and HADS questionnaire showed positive impact of anxiety, depression and cognitive impairment on patients with bendopnea.

Reference

1. "Characterization of a Novel Symptom of Advanced Heart Failure: Bendopnea". Thibodeau, Jennifer T.; Turer, Aslan T.; Gualano, Sarah K.; Ayers, Colby R.; Velez-Martinez, Mariella; Mishkin, Joseph D.; Patel, Parag C.; Mammen, Praadeep P.A.; Markham, David W.; Levine, Benjamin D.; Drazner, Mark H. (2014). *JACC:Heart Failure*. 2 (1): 24–31. doi:10.1016/j.jchf.2013.07.009
2. 'Bendopnea': A New Symptom to Help Spot Sicker HF Patients". *Medscape*. 2014-04-14. Retrieved 2016-05-06.
3. Rice, Sabriya (2014-03-20). "'Bendopnea' identified as heart failure symptom". *Modern Healthcare*. Retrieved 2016-05-09.

4. "Cardiologists define new heart failure symptom: Shortness of breath while bending over: March 18, 2014 News Releases". UT Southwestern, Dallas, Texas. 2014-03-18. Retrieved 2016-05-09.

5. "Bendopnea — What Is It and What's Its Significance?". AHC Media. 2014-05-15. Retrieved 2016-05-09.

6. The Role of the Clinical Examination in Patients with Heart Failure. Jennifer T. Thibodeau, Mark H. Drazner. JACC: Heart Failure. Volume 6. DOI: 10.1016/j.jchf.2018.04.005.

7. Thibodeau J. T., Jenny B. E., Maduka J. O. Bendopnea and risk of adverse clinical outcomes in ambulatory patients with systolic heart failure. Am Heart J. 2017; 183:102–107.

8. Assessment of physical disability using Barthel index among elderly of rural of areas of Jhansi India. Shubhanshu Gupta, Rashmi Yadav, Anil Kumar Malhotra Department of Community Medicine, MLBMC, Jhansi, Uttar Pradesh, India. Page: 853-857

9. Lawton M. P., Brody E. M. (1969). Assessment of older people: self-maintaining and instrumental activities of daily living. *Gerontologist* 9, 179-186.

10. The Mini Nutritional Assessment (MNA) and Its Use in Grading the Nutritional State of Elderly Patients. B Vellas, Y Guigoz, P J Garry, F Nourhashemi, D Bennahum, S Lauque, J L Albarede. 1999 Feb; 15(2):116-22. doi: 10.1016/s0899-9007(98)00171-3.

11. Morse J. M., Black C., Oberle K. A prospective study to identify the fall-prone patient. 1989; 28(1):81-86.

12. "The validity of the Hospital Anxiety and Depression Scale. An updated literature review". Journal of Psychosomatic Research. 52(2): 69–77. doi:10.1016/s0022-3999(01)00296-3.

13. Memory complaints to the general practitioner: data from the Guide Age study. Coley N, Ousset PJ, Andrieu S, Matheix Fortunet H, Vellas B. J Nutr Health Aging. 2008 Jan; 12(1):66S-72S. doi: 10.1007/BF02982590. PMID:18165849.

14. Baeza-Trinidad R, Mosquera-Lozano JD, El Bikri L. Assessment of bendopnea impact on decompensated heart failure. Eur J Heart Fail. 2017; 19:111–115.

15. Dominguez-Rodriguez A., Thibodeau JT, Abreu-Gonzalez P. Association between bendopnea and key parameters of cardiopulmonary exercise testing in patients with advanced heart failure. J Card Fail. 2016; 22(2): 163e165. //doi.org/10.1016 /j.cardfail. 2015.12.013.

16. Dronova T. A., Fawaz Z. F. Polymorbidity and Mental Disorder in Elderly Patients with Cardiovascular Pathologies // Медико-экологические информационные технологии – 2019: сборник научных статей по материалам XXII Международной научно-технической конференции / редкол.: Н. А. Корневский [и др.]; Юго-Зап. гос. ун-т. Курск, 2019. С. 257-263.

17. Dronova T. A., Fawaz Z. F. The Influence of Combined Therapy on the Quality of Life Characteristics in Comorbid Patients with Cardiovascular Pathology // Медико-экологические информационные технологии – 2019: сборник научных статей по материалам XXII Международной научно-технической конференции / редкол.: Н. А. Кореневский [и др.]; Юго-Зап. гос. ун-т. Курск, 2019. С. 249-256.

18. Dronova T. A., Fawaz Z. F. Psychological characteristics of frailty syndrome in cardiovascular patients. Медико-экологические информационные технологии – 2019: сборник научных статей по материалам XXII Международной научно-технической конференции / редкол.: Н. А. Кореневский [и др.]; Юго-Зап. гос. ун-т. Курск, 2019. С. 243-249.

19. Дронова Т. А., Фаваз З. Ф. Эффект формулярной фармакотерапии на соматопсихические изменения и показатели качества жизни у кардиологических больных старших возрастных групп // Медико-экологические информационные технологии – 2018: сборник научных статей по материалам XXI Международной научно-технической конференции / отв. ред. Н. А. Кореневский. Курск, 2018. С. 303-310.

20. Дронова Т. А., Фаваз З. Ф. Влияние болезньюмодифицирующей терапии на клинико-психологический статус пожилых больных в кардиологическом стационаре // Медико-экологические информационные технологии – 2018: сборник научных статей по материалам XXI Международной научно-технической конференции / отв. ред. Н. А. Кореневский. Курск, 2018. С. 297-303.

21. Дронова Т. А. Влияние формулярной терапии артериальной гипертензии с ассоциированными клиническими состояниями у больных старших возрастных групп на соматопсихические расстройства и показатели качества жизни // Артериальная гипертензия 2018: на перекрестке мнений: сборник тезисов XIV Всероссийского конгресса (Москва, 14-15 марта 2018 г.). М., 2018. С. 20.

22. Дронова Т. А., Фаваз З. Ф. Влияние коморбидной кардиоваскулярной патологии на клинико-психологический статус пожилых больных // Психология здоровья и болезни: клинико-психологический подход: сборник материалов VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Курск, 23-25 ноября 2017 г.) / под ред. П. В. Ткаченко. Курск: КГМУ, 2017. С. 103-108.

23. Дронова Т. А., Фаваз З. Ф. Соматопсихические изменения и качество жизни на фоне формулярной фармакотерапии кардиологических больных старших возрастных групп // Психология здоровья и болезни: клинико-психологический подход: сборник материалов VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Курск, 23-25 ноября 2017 г.) / под ред. П. В. Ткаченко. Курск: КГМУ, 2017. С. 109-115.

UDC 004.891.3

A. S. Samoylova*Southwest State University, Kursk***MATERNAL HAPPINESS-A HEALTHY NEWBORN**

This paper examines the significance of the problem the need to reduce mortality and disability of newborns to improve the demographic situation at the expense of modern predictive diagnostic forecast of automated preventive smart-system antenatal prediction of newborn health. The results of a pilot study of literature, methods, and algorithms for antenatal prognosis of a newborn child of the expert SMART system for improving the quality of medical care for the population are presented. Currently, women's consultations use methods for predicting the health of the newborn that do not predict the health of the newborn (with the exception of clearly expressed genetic and other disorders).

Keywords: examination of a pregnant woman, newborn health, antenatal prognosis, expert smart system.

Introduction

Due to the impact of social and environmental factors on the population, there is currently an increasing number of postpartum pathologies in the world. Over the past 5 years, it is up to 5%, which subsequently causes invalidization in 50% of cases, significantly affecting the demographic situation in the country as a whole [7].

The solution of demographic problems in the country is directly related to the reduction of mortality and disability of newborns, their health in the first months of life (formation of immune potential). Existing medical technologies for research of fetal and pregnant women's health in "Women's consultations" are based mainly on questionnaires, outpatient examinations, and the formation of conclusions and recommendations of the pregnant woman that allow to preserve the fetus or the life of the mother, but do not predict the health of the newborn (with the exception of clearly expressed genetic and other disorders). In women's consultations, less than the average in polyclinic medicine, a systematic, enterprise-wide approach is used in research and diagnostics. Meanwhile, the body of a pregnant woman is a unique self-regulating system with a wide dynamic range of adaptation to changes in the parameters of internal and external environments, constantly located on the border of homeostasis. The variety of forms of postpartum pathologies requires a methodologically sound rational approach to diagnosis and treatment, taking into account the variety of uncontrolled factors, which is a difficult task for a practical doctor.

A timely forecast of adverse outcomes at the early (and subsequent) stages of pregnancy will significantly adjust the management of a pregnant woman in

women's consultations (or other medical and preventive institutions). In order to increase the indicator of the state of the newborn on the Apgar scale and prevent fatal outcomes with minimal economic and social losses. It is proposed to reduce the mortality and disability of a newborn due to timely predicative diagnostic prognosis using the automated medical and preventive smart system "Maternal Happiness-Healthy Newborn" (SMART expert system for predicting the health of a newborn).

Problem: Disability and mortality of newborns in the first months of life.

Goal: to Reduce the mortality and disability of a newborn due to timely predicative diagnostic prognosis using the automated medical and preventive smart system "Maternal Happiness-Healthy Newborn" (SMART expert system for predicting the health of a newborn), which operates on the basis of convergence of various methods and algorithms for information processing.

Expert smart system for antenatal prognosis of newborn health.

Expert smart-system of antenatal prognosis of newborn health based on a systematic analysis of the results of questionnaires and standard laboratory tests (blood composition) conducted in women's consultations, allow predicative diagnostics of the condition of a newborn child at various stages of pregnancy of its mother.

The main purpose of the expert subsystem is the automated formation of recommendations for the management of pregnant women to make diagnostic decisions about the prognosis of the health of the newborn. To determine the strategy and tactics of managing a pregnant woman, women are examined to assess the features of the pregnancy process and predict the level of health of the newborn. For the successful implementation of the program for the prevention of congenital and hereditary diseases, it is necessary to strictly observe the algorithm of examination of pregnant women starting from the first trimester of pregnancy. There are: examination, objective examination with the use of modern medical technologies and recommendations, and laboratory studies, based on which the risks of unplanned termination of pregnancy or the birth of a sick child are assessed [1]. The Anrap scale is based on evaluating the condition of a born child based on five clinical signs – skin color, heart rate, respiratory activity, reflex excitability, and muscle tone [5].

Normative values of the main blood indicators of a healthy woman

Sign	Point		
	0	1	2
Heartbeat	Absent	heart rate < 100 beats per minute	heart rate 100-140 beats per minute
Breath	Absent	There are very rare respiratory movements	stable, good, present cry at birth

End of the table

Sign	Point		
	0	1	2
The color of the skin	White or clearly cyanotic	limbs are blue, skin is pink	Розовая
Muscle tone	Absent	Clearly reduced, but there is a slight degree of flexion	Active movements are observed
Reflex excitability	There is no reaction to irritation of the soles of the feet	There is a slight grimace or movement when irritated	Well-defined movements and a loud cry are recorded

An increase in the indicator of the newborn's condition on the Apgar scale will follow the prevention of fatal outcomes with minimal economic and social losses.

Conclusion

A timely forecast of adverse outcomes at the early (and subsequent) stages of pregnancy allows you to significantly adjust the management of a pregnant woman in women's consultations (or other medical and preventive institutions). This increases the value of the indicator of the state of the newborn on the Apgar scale and allows you to reduce the proportion of deaths, minimize economic and social losses. Smart-smart smart - ""Smart-healthy newborn" (Smart-expert system for predicting the health of a newborn) allows you to reduce the mortality rate and disability of a newborn due to timely predicative examination.

Referens

1. Abramchenko V. V., Shabalov N. P. Clinical maternal-fetal medicine. Petrozavodsk: Inteltek, 2004. 416 p.
2. Fayzullin A. Sh. Method for assessing risk factors of pregnancy and upcoming childbirth using the monitoring scale of pregnant women at risk groups // RUS RUS 2335236 28.02.2007.
3. Physiology. Fundamentals and functional systems: A course of lectures / ed. by K. V. Sudakov. Moscow: GEOTAR-Media, 2012. 880 p.
4. Zavyalov A.V. Correlation of body functions: experimental and clinical and physiological aspects. Moscow: Meditsina, 1990. 160 p.
5. Artemenko M. V., Dobrovolsky I. I., Kalugina N. M. Indicators of differential diagnostics in classification decision-making systems using the hierarchy analysis method // Fundamental research. 2016. N 11-1. P. 15-22
6. Quantitative indicators for assessing the functional state of the human body during diagnostics/ URL: /<https://search.proquest.com/openview/b063b1be05a5ba3c2e082cd27bb5fee8/1?pq-origsite=gscholar&cbl=48540> (12.05.20).

7. Protection of women's health is the key to forming a healthy generation / G. A. Dzhililova, Yu. R. Bakayeva, D. Yu. K. Yusupova, G. A. Ubaydullayeva // European studies. 2016. N 4 (15). P. 147-148.

8. The anthropometric characteristics of the morphological development of children/. URL: /<https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-metody-antenatalnoy-diagnostiki-sostoyaniya-ploda-i-ih-znachenie-dlya-prognozirovaniya-posleduyuschego-razvitiya-rebenka> (12.05.20).

9. The Effect of acupuncture on secondary outcomes of anxiety and quality of life in women who have undergone IVF: a randomized controlled trial/<url>:address <https://Акушерство and gynecology.online library. Vejles.com/DOI/ full/10.1111/1471-0528.1469412.05.20>).

УДК 004.352.24

Д. А. Анненков

ФГБОУ ВО Юго-Западный государственный университет, Курск

УСТРОЙСТВО МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА

В работе представлена структурно-функциональная организация и обобщенный алгоритм работы устройства мониторинга состояния здоровья человека, служащего как развитию методов и средств диагностики здоровья пациента, так и мониторинга состояния человека при занятии спортом.

Ключевые слова: мониторинг, пульсометр, акселерометр, Arduino, Bluetooth.

Введение

В последнее время все больший интерес вызывает мониторинг здоровья человека, что является одной из приоритетных проблем российской системы здравоохранения, в соответствии с которой получает развитие принципиально новое направление деятельности – переход от системы, ориентированной на лечение больных, к системе, основанной на приоритете формирования культуры здоровья и направленной на использование техники и технологий для оценки состояния здоровья, динамического наблюдения и проведения высокоэффективных оздоровительных мероприятий – мониторинга индивидуального здоровья для каждого человека. Имеет важнейшее значение и социальная роль мониторинга – диагностика здоровья и динамического наблюдения за состоянием здоровья для раннего выявления дисфункций, связанных с социальной и производственной деятельностью человека, предупреждения развития заболеваний.

Для решения подобной задачи в настоящее время нашли широкое применение устройства мониторинга состояния человека. Непрерывный монито-

ринг состояния здоровья может предоставить исчерпывающую информацию о состоянии здоровья людей в течение продолжительного периода времени. Носимые датчики и приводы в сочетании с передовыми информационно-коммуникационными технологиями открыли окно для новой эры недорогих удаленных служб здравоохранения [1]. Эти системы могут включать в себя мониторинг и анализ данных, а также алгоритмы прогнозирования, которые потенциально могут прогнозировать определенные заболевания с большей степенью уверенности, что приводит к ранней диагностике и лечению.

В случае обнаружения какой-либо потенциальной проблемы со здоровьем система может вызвать тревогу и уведомить пользователя или медицинские службы через связанное с устройством мобильное приложение, чтобы можно было начать немедленное медицинское вмешательство [2].

В настоящее время проблемами подобных систем является отсутствие на рынке большого выбора устройств мониторинга, что заметно повышает их стоимость. Также многие устройства привязаны к приложениям определенных компаний, что сокращает выбор функциональностей, необходимых каждому индивидуальному пользователю.

Цель работы заключается в повышении общедоступности средств мониторинга здоровья человека. Новизна данной работы заключается в возможности варьирования используемых датчиков в устройстве, что открывает возможность к постоянной модернизации и подбору функций под конкретного пользователя.

Структурно-функциональная организация устройства

Структурная схема разрабатываемого устройства представлена на рисунке 1. Устройство состоит из 3-х основных модулей: модуль датчиков, модуль управления и модуль обработки.

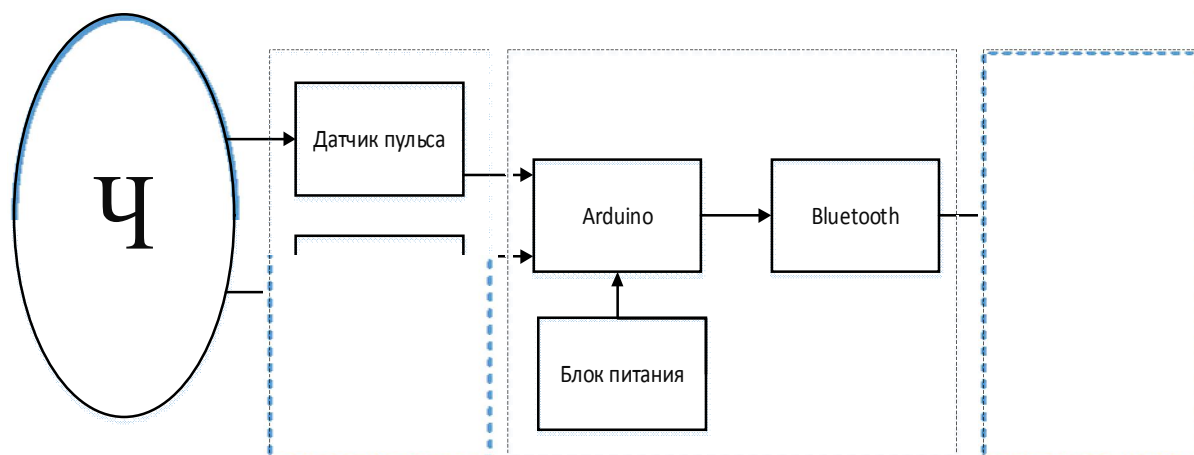


Рис. 1. Структурная схема устройства мониторинга здоровья человека

Прежде всего необходимо снять с человека показатели, определяющие пульс и положение тела в пространстве. Для этого используем датчик пульса, так как они позволяют отслеживать показания биения сердца при различных нагрузках, при кардиотренировках или же в состоянии покоя, и акселерометр, измеряющий проекцию кажущегося движения, необходимый для контроля перемещения человека [3]. Данные, полученные с указанных датчиков, поступают на микроконтроллер, роль которого в разрабатываемом проекте играет аппаратно-программная платформа Arduino, также необходимая для управления основными узлами разрабатываемого прибора. Arduino должен выполнять перезапуск программы, осуществляем это с помощью дополнительной кнопки. Необходимо выполнять функцию передачи данных. Для этого подключаем микросхему Bluetooth, обеспечивающую связь между платой Arduino и выбранным устройством для открытия канала приема-передачи данных [4].

Датчик пульса регистрирует миокардиальную активность и передает информацию на аппаратно-программную платформу Arduino [5]. Одновременно акселерометр считывает показатели о положении тела в пространстве и также осуществляет передачу полученных значений на Arduino, где производится оцифровка сигнала и последующая его передача по протоколу Bluetooth на устройство обработки и отображения информации. Процесс чтения и приема данных происходит непрерывно. В случае сбоя работы прибора предусмотрена кнопка перезапуска, в результате нажатия на которую процесс запускается с начала в бесконечном цикле, решая тем самым все возникшие трудности [6].

Так как устройство проектируется как портативное, то блок питания должен быть небольших размеров, поэтому для питания устройства используем батарейку. Датчик пульса регистрирует миокардиальную активность и передает информацию на аппаратно-программную платформу Arduino. Одновременно акселерометр считывает показатели о положении тела в пространстве и также осуществляет передачу полученных значений на Arduino, где производится оцифровка сигнала и последующая его передача по протоколу Bluetooth на мобильное устройство. Процесс чтения и приема данных происходит непрерывно [7].

Приложение на мобильном устройстве обрабатывает и систематизирует полученные данные для формирования статистики значений пульса человека исходя из степени активности, возраста и ИМТ с дальнейшим отображением рекомендаций по улучшению физического состояния.

Обобщенный алгоритм работы системы мониторинга состояния человека представлен на рисунке 2.

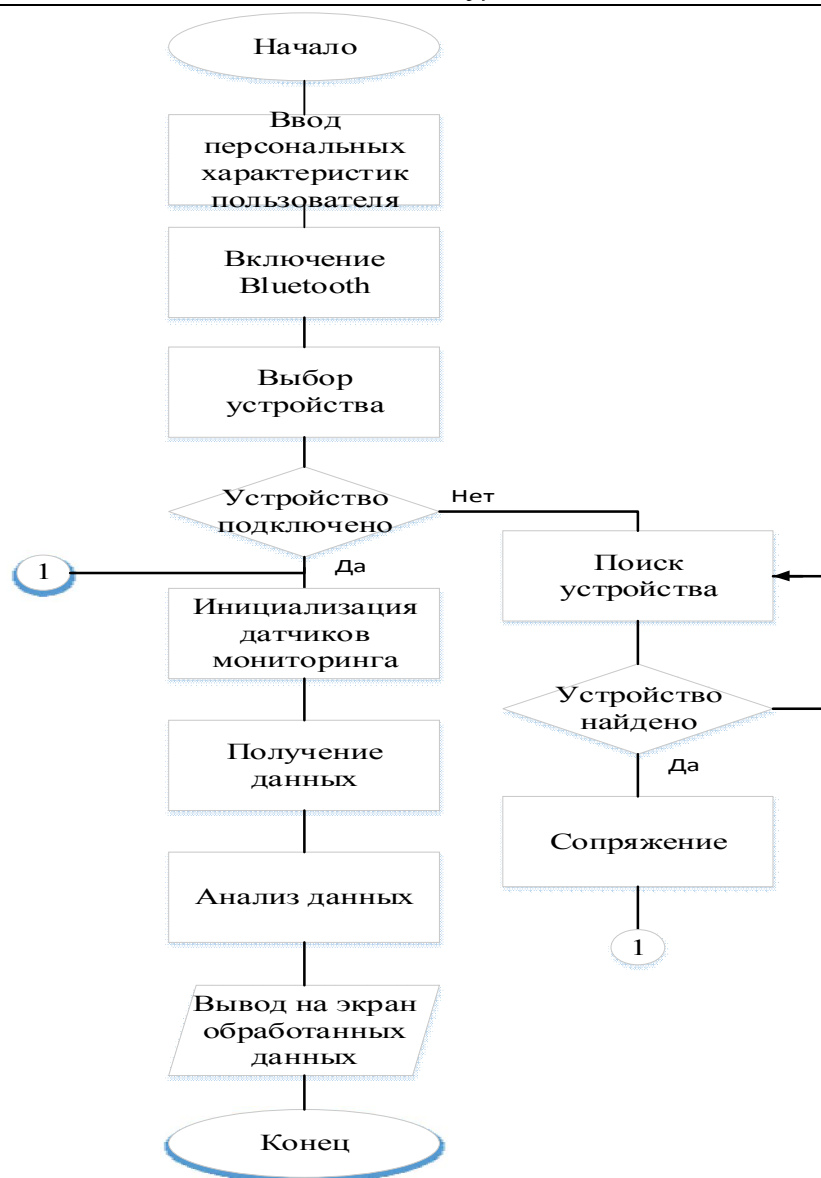


Рис. 2. Обобщённый алгоритм работы мониторинга

Заключение

В данной статье представлена структурно-функциональная организация устройства мониторинга состояния здоровья человека, разработан обобщённый алгоритм работы системы мониторинга. Описаны принципы взаимодействия между модулями разработанного устройства. Данная разработка может способствовать развитию как средств мониторинга здоровья человека, так и повышению качества неинвазивной диагностики больных.

Список литературы

1. Wang H. Information-based sensor tasking wireless body area networks in U-health systems // Proceedings of the 2010 International Conference on Network and Service Management. Niagara Falls, ON, Canada, 2010. P. 517–522.

2. Deen M. J. Information and communications technologies for elderly ubiquitous healthcare in a smart home // *Ubiquitous Comput.* 2015. Vol. 19. P. 573–599.
3. Pantelopoulos A., Bourbakis N. A Survey on Wearable Sensor–Based Systems for Health Monitoring and Prognosis // *IEEE Trans. Syst. Man Cybern. C.* 2010. P. 1–12.
4. Nemati E., Deen M., Mondal T. A wireless wearable ECG sensor for long–term applications // *IEEE Commun. Mag.* 2012. P. 36–43.
5. Кэнал Л. Обзор систем для анализа структуры образов и разработки алгоритмов классификации в режиме диалога. М.: Мир, 2015. 18 с.
6. Проба Мартинета: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Н. М. Борытко, А. В. Моложавенко, И. А. Соловцова [и др.]. М.: Академия, 2011. 320 с.
7. Hong Y., Kim I. Mobile health monitoring system based on activity recognition using accelerometer. *Simul. Model. Pract. Theory*, 2010. P. 446–455.

УДК: 616.71:53.087.44

М. А. Рябчун

Орловский государственный университет имени И. С. Тургенева, Орёл

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОРТАТИВНЫХ КАРДИОСКОПОВ В ПРОФИЛАКТИКЕ И СВОЕВРЕМЕННОЙ ДИАГНОСТИКЕ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Статья посвящена созданию универсального портативного носимого устройства, способного проводить мониторинг параметров электрокардиографии в режиме реального времени, что позволит сократить количество ложных вызовов бригад скорой помощи, упростит первичную самодиагностику и обеспечит возможность раннего, надомного выявления признаков инфаркта миокарда и других патологий даже до наступления острой симптоматики.

Ключевые слова: электрокардиограмма, диагностика, критерии электрокардиографии, портативный измеритель, носимое устройство, функциональная диагностика.

Количество людей, страдающих сердечно-сосудистыми заболеваниями, велико во всём мире и, кроме того, продолжает увеличиваться. Виной тому масса причин, среди которых плохая экология, вредные привычки, отсутствие надлежащих условий жизни и медицинского обеспечения. Количество летальных исходов в этой группе заболеваний также одно из самых высоких. Около 20% погибших больных приходится на догоспитальный этап, а большая часть больничной летальности на первые двое суток.

Одним из самых распространённых и летальных заболеваний сердечно-сосудистой группы является инфаркт миокарда. Испытания показывают, что восстановление перфузии в первые 4-6 часов инфаркта способствуют ограничению его размеров, большей вероятности восстановления после инфаркта миокарда и снижению общей летальности. Стоит отметить, что раннее выявление признаков приближающегося инфаркта миокарда может не только сократить летальность и улучшить ход течения заболевания, но и избежать инфаркта как такового в принципе.

Существуют критерии электрокардиографии, по которым возможно определить приближающийся приступ не только за несколько часов до него, но и за несколько суток и более. Отсюда вытекает необходимость своевременного диагностирования вышеупомянутых признаков не только в группе риска, но и среди условно здоровых людей.

Остро стоит проблема недостатка оборудования и специалистов в медицинских учреждениях, наличие очередей, спешка в изучении снятых электрокардиограмм, из-за чего зачастую признаки приближающегося инфаркта могут остаться незамеченными. Кроме того, очень мало людей, не испытывающих проблем с сердцем, регулярно проходят электрокардиографическое исследование, попадая тем самым в группу риска. Решением вышеупомянутых проблем может стать индивидуальная диагностика вне лечебных учреждений, будь то домашние условия, рабочая обстановка и т.д. Реализовано это решение может быть с помощью внедрения портативного цифрового кардиоскопа. Данный прибор позволит пациентам снимать электрокардиограмму самостоятельно в домашних условиях без посещения лечебных учреждений.

Внедрение в прибор начальных алгоритмов обработки полученных результатов позволит повысить количество выявленных на раннем этапе признаков приближающегося инфаркта миокарда и некоторых других заболеваний. Сразу стоит отметить, что портативный цифровой кардиоскоп не может заменить полноценного электрокардиографического исследования, проведенного специалистом в лечебном учреждении, но прибор позволяет, во-первых, натолкнуть пациента на посещение доктора; во-вторых, оказать помощь специалисту в изучении снятой в стационаре электрокардиограммы, то есть указать выявленные признаки, на которые стоит обратить внимание.

Также стоит сказать, что в нашей стране остро стоит проблема ложных вызовов скорой неотложной помощи, что снижает эффективность ее работы. Возможность же снятия электрокардиограммы среди людей группы риска в домашних условиях позволит снизить количество выездов скорой помощи для проведения этой процедуры. Больной, не в первый раз столкнувшийся с проблемами сердца, ориентируясь на снятую самостоятельно и обработанную кардиоскопом электрокардиограмму, зачастую сам сможет принять необходимые меры для поддержания нормального состояния организма.

В большинстве случаев электрокардиосигнал подвержен большому числу воздействий как внешней, так и внутренней по отношению к исследуемому объекту, среды. Полезный сигнал зашумлен помехами, имеющими различное происхождение, интенсивность, спектральные и статистические параметры и т. д. Это затрудняет возможность анализа сигнала посредством критичного к четкости и жесткой определенности машинного подхода. Основными видами помех, влияющих на ЭКС, являются: дрейф изолинии, мышечный тремор, сетевая помеха, артефакты движения.

Существуют конструктивные и другие методы устранения помех, но они далеко не всегда являются эффективными. Иным подходом в борьбе с влияющими на электрокардиосигнал воздействиями является попытка адаптироваться к ним. Это позволяет практически вне зависимости от характера источника помех и без лишнего искажения сигнала получить требуемые результаты. В таком случае решение этой задачи сводится к решению двух подзадач – определению степени негативного воздействия и грамотного управления для адекватной адаптации сигнала к уровню и структуре помех. Выбор математического аппарата для реализации такого подхода обусловлен высокими требованиями к точности результатов, поскольку от этого изначально зависят итоги всего исследования.

Для решения подобного рода задач при обработке лингвистически сформулированных экспертных знаний хорошо подходит аппарат алгебры нечеткой логики. По сравнению с традиционными нечеткие системы имеют лучшую помехозащищенность, быстродействие и точность за счет более адекватного описания реальных условий, в которых они функционируют, и позволяют оперировать входными данными, непрерывно меняющимися во времени, и значениями, которые невозможно задать однозначно. В отличие от традиционной (формальной) логики, известной со времен Аристотеля и оперирующей точными и четкими понятиями типа «истина» и «ложь», «да» и «нет», «ноль» и «единица», нечеткая логика имеет дело со значениями, лежащими в некотором (непрерывном или дискретном) диапазоне [1].

Система нечеткой логики состоит из модулей, представленных на рисунке 1.



Рис. 1. Модули системы нечеткой логики

Фазифаер принимает измеренные переменные в качестве входных данных и преобразует числовые значения в лингвистические переменные. Он преобразует физические значения, а также сигналы ошибок в нормализованное нечеткое подмножество, которое состоит из интервала для диапазона входных значений и функций принадлежности, которые описывают вероятность состояния входных переменных. Входной сигнал в основном разделен на пять состояний, таких как: большой положительный, средний положительный, малый, средний отрицательный и большой отрицательный.

Контроллер состоит из базы знаний и механизма вывода. База знаний хранит функции принадлежности и нечеткие правила, полученные путем знания работы системы в среде. Механизм вывода выполняет обработку полученных функций принадлежности и нечетких правил. Другими словами, механизм вывода формирует выходные данные на основе лингвистической информации.

Дефазифаер выполняет обратный процесс фазифаера. Другими словами, он преобразует нечеткие значения в нормальные числовые или физические сигналы и отправляет их в физическую систему для управления работой системы. Нечеткая операция предполагает использование нечетких множеств и функций принадлежности. Каждое нечеткое множество представляет собой представление лингвистической переменной, которая определяет возможное состояние вывода. Функция принадлежности является функцией общего значения в нечетком множестве, так что и общее значение, и нечеткое множество принадлежат универсальному множеству [2].

Степени принадлежности в этом общем значении в нечетком множестве определяют выход, основанный на принципе IF-THEN. Принадлежность назначается на основе предположения о выходе с помощью входов и скорости изменения входных данных. Функция принадлежности в основном представляет собой графическое представление нечеткого множества.

Характерной особенностью развития прединфарктных состояний у пациентов с заболеваниями сердечно-сосудистой системы является то, что зачастую возможно по ЭКГ заранее установить приближающийся инфаркт миокарда. При этом расшифровка каждой снимаемой самостоятельно ЭКГ в ручном режиме невозможна из-за большой загруженности врачей [3].

Автоматический же анализ позволит:

- оперативно выявить возникшие отклонения на ЭКГ;
- снизить загруженность медперсонала;
- снизить уровень тревоги пациента.

Таким образом, основной целью исследования является получение алгоритма автоматического выявления отклонений на электрокардиограмме.

Для достижения поставленной цели решались задачи:

- изучения уже существующих решений;

- поиска визуально заметных отклонений на ЭКГ, говорящих о прединфарктном состоянии;
- разработки алгоритма работы операторов нечеткой логики;
- экспериментального применения созданного алгоритма и проведение с помощью него анализа уже снятых электрокардиограмм.

Алгоритм проведения исследований следующий:

- выбор явных признаков прединфарктного состояния;
- построение модели в среде MatLab;
- построение правил для операторов нечеткой логики;
- анализ кардиосигналов и занесение результатов в базу данных.

Для исследования были выбраны три признака прединфарктного состояния:

- высокий положительный или отрицательный зубец T;
- сильное уплощение QRS-комплекса;
- глубокий и широкий зубец Q.

В исследовании анализируются высота положительного или отрицательного зубца T, уплощения QRS-комплекса, глубина и ширина зубца Q. Далее были построены правила для операторов нечеткой логики типа:

<<If “высокий положительный T” and “глубокий зубец Q ” then “возможно прединфарктное состояние”>> и т.д. В качестве среды моделирования был выбран программный продукт MatLab.

Приблизительный вид модели представлен на рисунке 2.

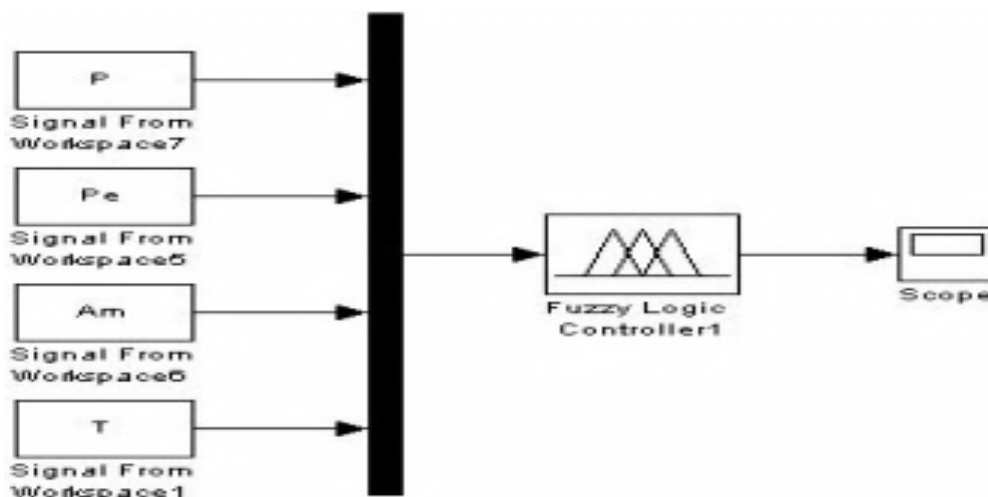


Рис. 2. Вид модели автоматического анализа кардиосигнала

В качестве технической реализации нечеткого контроллера может быть использован любой микроконтроллер, работающий на принципах четкой логики. Программирование контроллера является следующим этапом исследования. Оборудованием для проведения исследования является персональный компьютер с установленным программным обеспечением MatLab версии 3.0.

Таким образом, предлагаемое проектируемое устройство реализует снятие электрокардиограммы по стандартным отведениям, так как этого достаточно для выявления основных признаков инфаркта миокарда. В отличие от ближайших аналогов кардиоскоп имеет доступное для любого пользователя управление и, благодаря использованию специализированных микросхем для снятия и обработки биопотенциалов хорошее качество достигаемых при исследовании результатов [4].

Кроме того, существует возможность связи разрабатываемого устройства со смартфоном через Bluetooth, что значительно расширяет спектр возможностей пользователя. Также прибор имеет встроенный аккумулятор, что облегчает его использование в различных внестационарных условиях. Структурная схема проектируемого устройства представлена на рисунке 3, б.

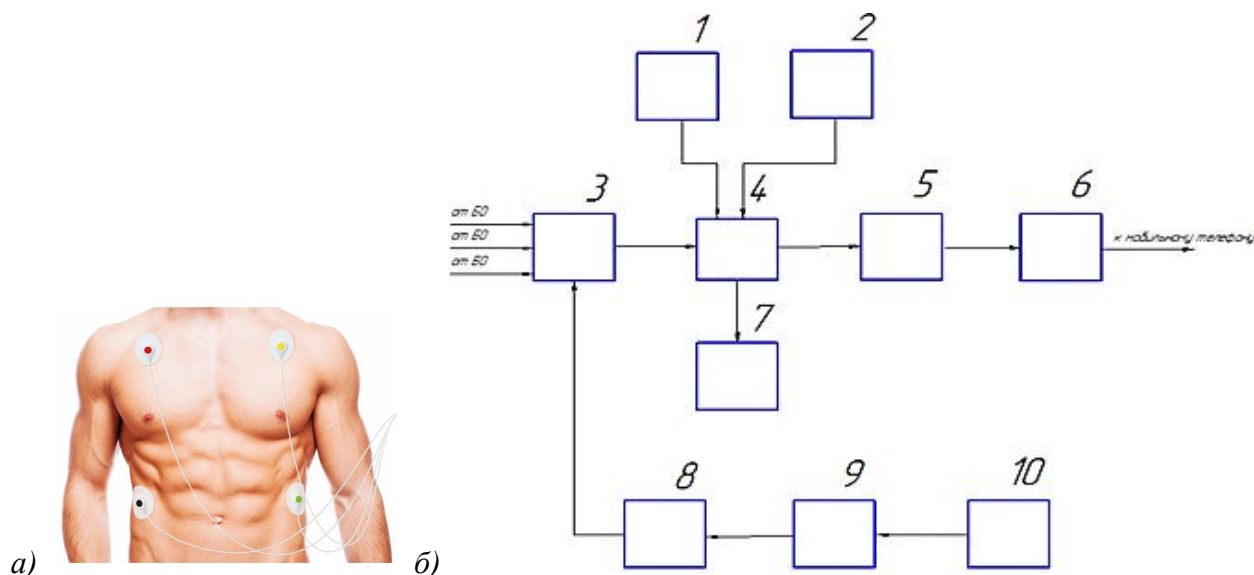


Рис. 3. Схема наложения электродов (а); структурная схема портативного кардиоскопа (б):
1, 2 – кварцевый резонатор; 3 – преобразователь биопотенциалов; 4 – Bluetooth-модуль;
5 – схема согласования антенны; 6 – антенна; 7 – индикатор передачи сигнала;
8 – индикатор работы устройства; 9 – блок управления; 10 – аккумулятор

В процессе функционирования устройство необходимо располагать не далее 10-15 м от принимающего сигнал мобильного телефона для обеспечения хорошей передачи по каналу Bluetooth и включить приложение для приёма ЭКГ. Для инициализации работы необходимо нажать кнопку в блоке управления и убедиться (с помощью двух светодиодов) в том, что устройство работает и идёт передача сигнала, и принимать ЭКГ с помощью мобильного телефона, просматривая его в режиме реального времени либо сразу сохраняя в памяти телефона [5].

Таким образом, портативный цифровой кардиоскоп является доступным для самостоятельного использования любыми группами населения практически в любых условиях. Наличие в каждой аптечке такого прибора

наравне с тонометром позволит сократить количество сердечно-сосудистых заболеваний и улучшить их течение при наличии.

Список литературы

1. Борисова И.Ю. История техники измерения и анализа электрокардиосигнала // Вестник Рязанской государственной радиотехнической академии. 2016. № 19. С. 185-187.
2. Алексеев Б. Э. Анализ-сравнение интерфейсных микросхем для проектирования портативных кардиографов // Наука настоящего и будущего. 2019. № 2. С. 33-36.
3. Пат. на полезную модель, RU 178268 U1. Устройство для получения электрокардиограммы и фотоплетизмограммы / В. М. Брендель, А. В. Ежков, С. П. Садовский, О. В. Сунцова. 2018.
4. Бекмачев А., Садовский С., Сунцова О. Российский прорыв: чехол-кардиограф для смартфона cardioqvark // Электроника: наука, технология, бизнес. 2016. № 7. С. 122-124.
5. Разработка аппаратной части кардиографа с применением микроконтроллера ads1298 / Е. А. Алтай, Д. Шаяхметкызы, Е. С. Кунесбеков, М. С. Алмухаметова // Международный научный журнал. 2016. № 6. С. 159-65.

УДК 615.47

А. В. Титова

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Курск

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ РАДИОЧАСТОТНОГО ДИАПАЗОНА НА СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ

Рассмотрено влияние электромагнитного излучения радиочастотного диапазона, излучаемого современными устройствами, на организм человека, также описаны наиболее часто встречаемые проблемы, связанные со здоровьем человека, вызываемые влиянием электромагнитного излучения.

Ключевые слова: электромагнитное поле, радиочастотный диапазон, здоровье человека, тепловой эффект, специфическое воздействие, влияние.

Современные исследования показывают, что электромагнитное излучение является эволюционно сложившимся условием, необходимым для нормальной жизнедеятельности человека [1, 2]. Электромагнитное излучение, характеризующееся электромагнитным полем, определяется как особая

форма материи, посредством которой осуществляется взаимодействие между электрически заряженными частицами.

С учетом сложного строения организма взаимодействие электромагнитных полей (ЭМП) с биообъектом носит сложный, до конца не установленный характер. ЭМП достаточно большой интенсивности, поглощаясь и отражаясь от различных структур организма, создают тепловой эффект, приводящий к нарушению нормального функционирования. Радиоволны малой интенсивности (менее 10 мкВт /см²) теплового эффекта не вызывают, однако многочисленные исследования показывают, что нетепловое (специфическое) воздействие ЭМП на организм человека также приводит к негативным последствиям, особенно, если это воздействие носит длительный период. В работах российских и зарубежных ученых было достаточно убедительно доказано, что хотя разные частотные диапазоны радиоволн малой интенсивности провоцируют различные заболевания и их различное течение, однако имеются некоторые общие тенденции. Считается, что наибольшей чувствительностью к этой категории радиоволн обладает нервная система, затем следуют миокард, изменение половых функций, изменение иммунобиологических реакций организма.

При этом наиболее значительные изменения вызывают волны микроволнового диапазона, затем ультракороткие и короткие волны [3]. При повторных и длительных воздействиях ЭМП радиочастотного диапазона (РД) наблюдается кумулятивный эффект. Микроволны снижают адаптационный потенциал, нарушая приобретенную устойчивость к различным неблагоприятным факторам. Длительное воздействие ЭМП РД даже малой интенсивности приводит к развитию хронических процессов. Среди **ранних признаков** хронических расстройств отмечают быструю утомляемость, раздражительность, головные боли, нарушение сна. Позднее начинают появляться боли в области сердца, нерезко выраженный астеновегетативный синдром с сосудистым компонентом (гипотония, брадикардия), нерезкие дистрофические изменения миокарда с нарушением его сократительной функции, нарушение внутрисосудистой проводимости.

В более **выраженных клинических проявлениях** наблюдаются усиления жалоб, кошмарные сновидения, навязчивые мысли; развивается нейроциркуляторная дистония (лабильность пульса, склонность к гипертензии, сужение артериальной сетчатки); углубляются дистрофические изменения миокарда; увеличивается вероятность нарушений коронарного кровоснабжения; вероятны пароксизмальные состояния по диэнцефальному типу (приступообразные головные боли, озноб, сжимающие боли в области сердца, резкая слабость, повышение температуры, гипертензия); могут наблюдаться дискинезия кишечника, функциональные нарушения печени, трофические и эндокринные нарушения (похудание, выпадение волос, ломкость ногтей, ги-

перфу́кция щитовидной железы); импотенция, неустойчивость показателей крови (умеренный ретикулоцитоз, моноцитоз, лейкоцитоз или лейкопения, лимфоцитоз, палочкоядерный сдвиг, нерезкая тромбоцитопения); повышение уровня гистамина и содержания сахара в крови, нарушение медиаторного обмена (уменьшение уровня холинэстеразы в крови, нарушение выведения катехоламинов). При воздействии сверхвысокочастотных ЭМП может развиваться катаракта.

В клинической картине выделяют следующие синдромы: вегетативный, астеновегетативный, ангиодистонический и диэнцефальный. В зависимости от выраженности клинической картины выделяют три стадии: умеренную, умеренно выраженную и выраженную. Начальная стадия – компенсированная, которая характеризуется легкой астенией или слабо выраженным вегетативным синдромом. Умеренно-выраженная стадия характеризуется более выраженным вегетоастеническим синдромом. Выраженная стадия проявляется ангиодистоническими или диэнцефальными нарушениями.

Многочисленные исследования показывают, что реакция организма человека на воздействие электромагнитных волн определяется не только параметрами полей, но и рядом других параметров:

- психофизиологическими особенностями организма человека;
- наличием хронических заболеваний;
- уровнем функционального состояния человека;
- возрастом.

Также исследования подтвердили, что люди, у которых организм был ослаблен (болезни, старение и т. д.), оказались более чувствительными к воздействию электромагнитных лучей [4].

Возраст человека сильно влияет на уровень воздействия электромагнитного излучения. Многие нарушения появляются именно на стадии формирования организма, когда защитные механизмы еще не до конца получили развитие.

Общепринятым является распределение радиочастотного диапазона, приведенное в таблице.

Диапазоны радиочастот

Название	Полоса частот	Название полос	Применение
Мириаметровые	3 – 30 кГц	Очень низкие VLF	Связь с подводными лодками
Длинные волны	30 – 300 кГц	Низкие LF	Радиосвязь, радиовещание
Средние волны	300 – 3000 кГц	Средние MF	Радиосвязь, радиовещание
Короткие волны (дециметровые)	3 – 30 мГц	Высокие HF	Радиосвязь, радиовещание, рации
Метровые	30 – 300 мГц	Очень высокие VHF	Телевидение, радиовещание, радиосвязь, рации

Окончание табл.

Название	Полоса частот	Название полос	Применение
Дециметровые	300 – 3000 мГц	Ультравысокие UHF	Телевидение, радиовещание, мобильные телефоны, рации, микроволновые печи
Сантиметровые	3 – 30 ГГц	Сверхвысокие SHF	Беспроводные компьютерные сети, радиолокация, спутниковое телевидение, радиосвязь, спутниковая навигация
Миллиметровые	30 – 300 ГГц	Крайневысокие EHF	Радиоастрономия, высокоскоростная радиолокационная связь, метеорологические локаторы

Значительное число исследователей указывает на то, что электромагнитное излучение современных устройств превышает нормы в несколько раз и постоянно растет в ходе научно-технического прогресса. В связи с этим организм человека не может уже адаптироваться к такому объему. Это связано с активным развитием средств связи, телевидения, различных оптоэлектронных устройств (ОЭУ), работающих в широком диапазоне частот.

Список литературы

1. Проблема изучения влияния электромагнитных полей на здоровье человека. Итоги и перспективы / Ю. П. Пальцев, Л. В. Походзей, Н. Б. Рубцова, С. Ю. Перов, Е. В. Богачева // Мед. труда и пром. экология. 2013. № 6. С. 35–40.
2. Новое в гигиенической оценке электромагнитной обстановки на компьютеризированных рабочих местах / Л. В. Походзей, Ю. П. Пальцев, Н. Н. Курьеров, Е. В. Богачева // Медицина труда и промышленная экология. 2015. № 7. С. 27-32.
3. Андреева Н. А., Корчагин В. В., Кобзистый С. Ю. Обеспечение безопасности жизнедеятельности оператора поста // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. Курск, 2013. 4 с.
4. Никитина В. Г., Ляшко Г. Г., Нечепоренко Э. Ю. Электромагнитная обстановка на рабочих местах с ПЭВМ. Проблемы безопасности персонала // Ежегодник Рос. нац. к-та по защите от неионизирующих излучений за 2011 год: сборник трудов. М.: Центр электромагнитной безопасности, 2012. С. 131–137.

УДК 612

Е. Е. Полякова

Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева, Орел

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ИЗМЕНЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА

Целью исследования является определение универсальной расчетной методики для определения универсального индекса функционального состояния организма человека. Созданный программный продукт, обладающий доступным для использования интерфейсом, мог бы проводить исследование функционального состояния организма человека в автоматическом режиме, учитывая при этом уникальные особенности каждого исследуемого.

Ключевые слова: артериальное давление, пульс, мониторинг, сердечно-сосудистая система, профосмотр, реограмма, электрокардиограмма.

Как известно, статистика заболеваемости и смертности от сердечно-сосудистых заболеваний фиксирует, что в мире складывается крайне тревожная и неблагоприятная ситуация, причем в нашей стране смертность от таких болезней значительно выше, чем в большинстве европейских стран. Кроме таких факторов риска, как употребление никотина и алкоголя, существует недостаточный уровень выявления таких заболеваний.

На сегодняшний день в мировой медицинской практике довольно остро стоит вопрос о так называемой «доболезненной» диагностике. Любое заболевание намного эффективнее поддается лечению при его обнаружении до появления прямых симптомов и жалоб у пациента. Для этого используется множество приборов диагностики состояния организма, но, как известно, такая диагностика проводится на приеме у профильных специалистов, запись к которым зачастую невозможна своевременно, и пациент, не имеющий еще ярко выраженных жалоб и острых симптомов заболевания, вряд ли будет к ним обращаться.

Таким образом, основной проблемой является проблема раннего выявления заболеваний сердечно-сосудистой системы у пациентов. На сегодняшний день наиболее объективную картину состояния пациента позволяет определить функциональная диагностика. Также этот метод позволяет обработать данные большого числа пациентов в рамках ежегодных медицинских и профильных осмотров.

Основными методами, используемыми при проведении функциональных исследований, являются оценка артериального давления, пульса и электрокардиограммы. Данные исследования, безусловно, достаточно точно от-

ражают состояние организма пациента. Однако при проведении такой диагностики врачи опираются на параметры так называемой «нормы», которая в настоящее время довольно сильно расширена и включает в себя довольно большой процент пациентов, у которых некоторые отклонения показателей от общепринятых норм не оказывают никакого негативного влияния на работу сердечно-сосудистой системы организма и жизнедеятельность в целом. Однако в эти же границы попадают и пациенты, у которых начинают наблюдаться первые отклонения от нормального состояния. Отделить одну группу от другой достаточно сложно, этот момент в настоящее время в медицинской практике проработан не до конца.

Представляется очевидным, что необходимо разработать универсальный интегральный критерий функционального состояния организма человека, который исчисляется исходя из данных нескольких медицинских исследований, а также антропометрических параметров обследуемого (вес, рост, возраст), при вычислении которого имеется возможность судить о состоянии организма по комплексу признаков.

Прибор, способный совместить в себе функции электрокардиографа, тонометра, пульсометра и реографа, при этом компактный по размеру, оборудованный доступным интерфейсом и рассчитывающий интегральный критерий функционального состояния организма человека, может стать отличной альтернативой существующим методам проведения медосмотров и осмотров людей, особенно представляющих профессии с требованием особой концентрации (водителей, пилотов, сотрудников АЭС и пр.).

Проектируемое устройство реализует съём ЭКГ по стандартным отведениям, реограмму по одному отведению и измеряет артериальное давление осциллометрическим методом. В отличие от ближайших аналогов устройство наиболее комплексно охватывает ряд исследуемых показателей, высчитывает универсальный индекс функционального состояния организма человека и имеет встроенный аккумулятор. Структурная схема разрабатываемого устройства представлена на рисунке 1.

Для использования устройства необходимо одновременно наложить электроды ЭКГ, электроды реограммы и манжету тонометра на пациента по схеме, представленной на рисунке 2, и провести измерение выделенной группы физиологических параметров человека в спокойном состоянии (либо в качестве перспективы для дальнейшей реализации и при некотором нагружении). В устройстве имеется 2 канала снятия электрокардиограммы и 1 канал снятия реограммы, реализуемые через одну микросхему – преобразователь биопотенциалов.

Преобразование получаемого с электродов сигнала в микросхеме осуществляется с помощью встроенных дифференциальных усилителей и дальнейшем преобразовании аналогового сигнала в цифровой с помощью встроенного АЦП.

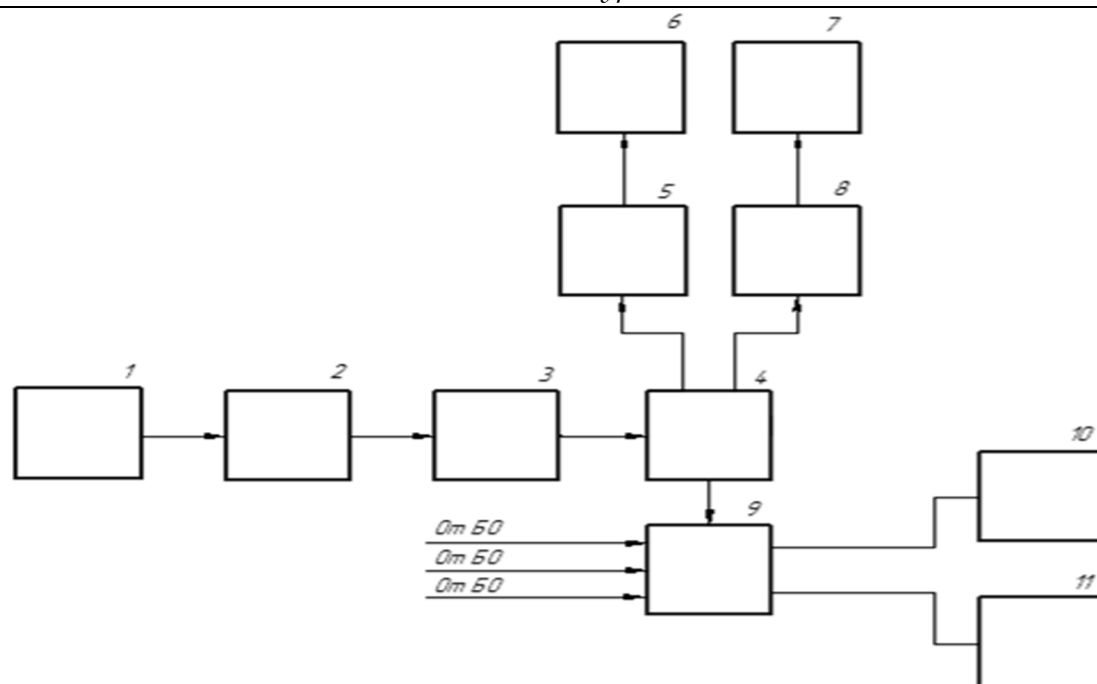


Рис. 1. Схема структурная разрабатываемого устройства: 1 – датчик давления; 2 – усилитель; 3 – аналого-цифровой преобразователь; 4 – микроконтроллер; 5 – драйвер насоса; 6 – насос; 7 – клапан; 8 – драйвер клапана; 9 – преобразователь биопотенциалов; 10 – средство отображения информации; 11 – средство передачи информации

Также устройство измеряет артериальное давление, обрабатывая сигнал с генератора импульсов. На рисунке 2 схематично обозначены электроды ЭКГ, реографические электроды, манжета тонометра.

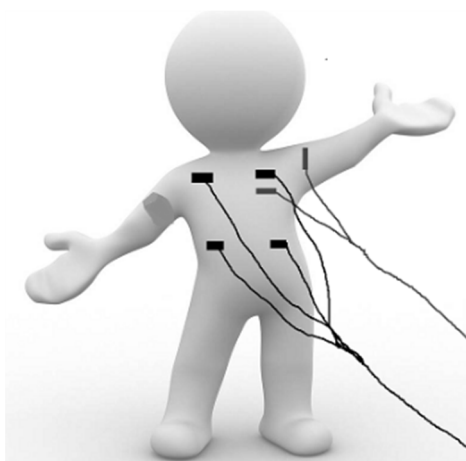


Рис. 2. Схема наложения электродов и манжеты тонометра

Результаты измерений отображаются в доступном пользователю виде на дисплее 10 и записываются на устройство. Дополнительно осуществляется расчет интегрального параметра, который позволяет определить человека к той или иной группе в зависимости от его функционального состояния. Рас-

чет интегрального показателя проводится при помощи программного обеспечения. Был разработан тестовый вариант программного продукта для расчетов. Для создания программы использован язык программирования PYTHON и программная библиотека TKINTER. Интерфейс программы доступен даже для малоопытного пользователя ПК и представлен на рисунках 3 и 4.

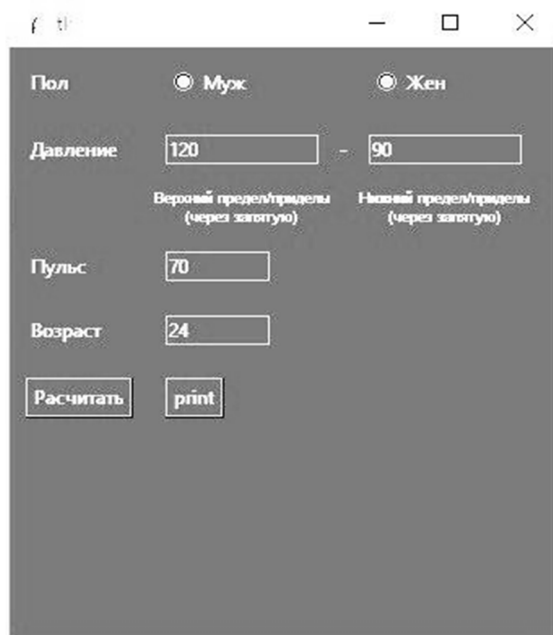


Рис. 3. Интерфейс программы для расчета интегрального показателя состояния организма человека

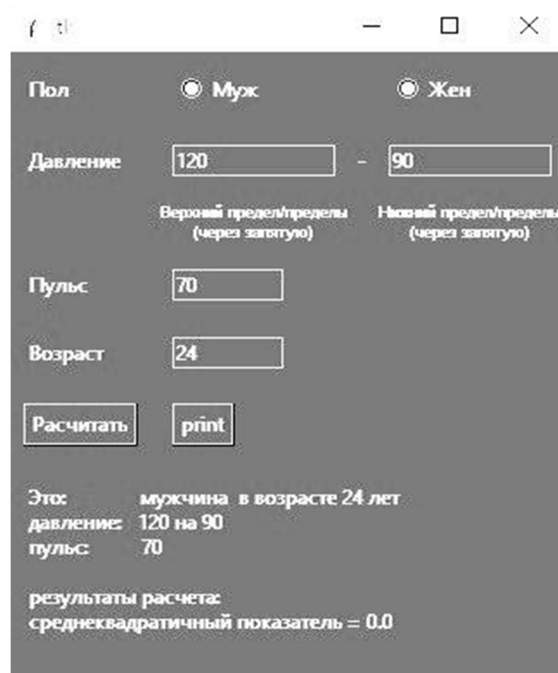


Рис. 4. Интерфейс программы для расчета интегрального показателя состояния организма человека

Для расчета интегрального показателя используется формула

$$P_c = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{M_i - M_{0i}}{\sigma_{0i}} \right|,$$

где P_c – суммарный обобщенный интегральный показатель, выраженный в долях от σ ; n – количество показателей; M_i – среднее арифметическое значение i -го показателя, M_{0i} – среднее арифметическое значение i -го показателя в норме, σ_{0i} – среднеквадратическое отклонение i -го показателя в норме.

В качестве показателей при расчетах на текущий момент используется частота сердечных сокращений, артериальное давление, вес и рост пациента. В качестве значений показателей в норме используются исследуемые показатели в норме для разных возрастов и пола, находящиеся в свободном доступе на сайте ВОЗ (табл. 1). Нормальная частота пульса для разных возрастных категорий представлена в таблице 2.

Таблица 1

Классификация оценки уровня артериального давления

Категория артериального давления	Систолическое (верхнее) артериальное давление, мм рт. ст.	Диастолическое (нижнее) артериальное давление, мм рт. ст.
Норма		
Оптимальное	Менее 120	Менее 80
Нормальное	Менее 130	Менее 85
Повышенное нормальное	130-139	85-89
Гипертония		
1 степень (мягкая)	140-159	90-99
2 степень (умеренная)	160-179	100-109
3 степень (тяжелая)	Более 180	Более 110
Пограничная	140-149	Менее 90
Изол. сист. гиперт.	Более 140	Менее 85

Таблица 2

Нормальная частота пульса для разных возрастных категорий

Возраст	Норма
от рождения до 1 года	130 уд/мин
от 1 года до 7 лет	95-100 уд/мин
от 8 до 14 лет	80 уд/мин
средний возраст	72 уд/мин
преклонный возраст	65 уд/мин
при болезни	120 уд/мин

Причем оценка направлена не на выявление непосредственно определенных заболеваний, а на регистрацию функциональных сбоев, когда те или иные изменения в организме, связанные как с проявлением некоторых заболеваний, так и с возрастными процессами или психологическими нагрузками, приводят к потере человеком функциональности, проявляющейся в его невозможности адекватно выполнять возложенную на него работу. Подобные состояния привели к появлению такого термина как «человеческий фактор», который, к сожалению, достаточно часто проявляется при возникновении различных чрезвычайных ситуаций.

Одним из вариантов решения указанной проблемы и является создание нового подхода к оценке состояния людей, занимающихся подобной деятельностью. Однако развитие рассматриваемого подхода, безусловно, возможно и в направлении ранней донозологической диагностики пациентов с рекомендациями дальнейших наблюдений и контроля с целью ранней диагностики целого ряда заболеваний, причем не только сердечно-сосудистой системы, так как хорошо известно, что переход от здорового состояния к болезни связан прежде всего со снижением способности человека приспосабливаться к изменениям его повседневной производственной и социальной жизнедеятельности.

Список литературы

1. Пономарева А. Г., Кривошапов М. В., Костюк З. М. Разработка критериев оценки функционального состояния спортсменов-юниоров для создания электронных медицинских КАРТ // Ремедиум: журнал о российском рынке лекарств и медицинской техники. 2016. № 7-8. С. 36-41.
2. Иванова О. В. Коэффициент дизритмии – объективный критерий функционального состояния сердечно-сосудистой системы при оценке уровня здоровья детей // Верхневолжский медицинский журнал. 2015. № 1. С. 33-37.
3. Фоякин А. В., Гераскина Л. А., Магомедова А. Р. Сердечно-сосудистые заболевания и нарушение когнитивных функций. Профилактика и лечение // Российский медицинский журнал. 2011. № 9. С. 538.
4. Авраменко Л. П., Семенова К. А., Куимова Ж. В. Особенности диагностики сердечно-сосудистых заболеваний у лиц пожилого возраста с высоким сердечно-сосудистым риском // Успехи геронтологии. 2018. № 5. С. 707-710.
5. Самородская И. В. Сердечно-сосудистая заболеваемость и факторы риска сердечно-сосудистых событий в Российской Федерации // Российский медицинский журнал. 2015. № 3–2. С. 94–100.
6. Шаяхметкызы Д., Алмухаметова М. С., Кунесбеков Е. С. Исследование и разработка схемы электрокардиографа на современной элементной базе // Вестник Казахской академии транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева. 2016. № 4. С. 156–163.

УДК 614.78

А. В. Полякова

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Курск

СОСТОЯНИЕ ЭКОЛОГИИ И ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ В КУРСКОЙ ОБЛАСТИ – ПИЛОТНЫЙ АНАЛИЗ

Рассматривается состояние экологии Курской области в сравнении другими регионами как фактор, влияющий на заболеваемость. Показано, что экологический статус региона, несмотря на присутствие на его территории открытой выработки железной руды, тепловой и атомной электростанций, химического производства, не является наихудшим.

Ключевые слова: экология, Курская область, заболеваемость.

Введение

Человек разными видами своей деятельности влияет на окружающую среду, та в свою очередь ответно влияет на самочувствие человека. Вследствие чего человек страдает от загрязнения экологии. Да, какое-то время человеческий организм справляется с вредными факторами, однако наступает момент, когда факторов становится слишком много, тогда начинается болезнь. Современной гигиенической наукой установлено, что загрязнение окружающей среды повышает уровень заболеваемости населения в среднем на 20%. На состоянии здоровья населения отражается неблагоприятное влияние на окружающую среду предприятий основных отраслей промышленности. Эта проблема является актуальной, потому что нарушения биосферного равновесия вызывают изменения в структуре заболеваемости. Возникают новые болезни: аллергические, токсические, лучевые. Растет число заболеваний верхних дыхательных путей, сердечно-сосудистых, нервно-психических, онкологических заболеваний [1, 2].

Цель: проанализировать влияние экологии на здоровье человека в Курской области, сравнив заболеваемость по основным классам болезней в Курской области с некоторыми другими областями страны, и тем самым выявить уровень влияния экологии на здоровье населения.

Экология Курской области

Курская область богата такими ценными материалами, как черноземы, вода и железная руда. Курская магнитная аномалия (КМА) – это самый мощный железорудный бассейн. Он является одним из крупнейших по запасам богатой железной руды районом в мире. Экологические проблемы, связанные с работой комбината, характерны для промышленных предприятий этого направления. Это загрязнение атмосферного воздуха выхлопными газами и

пылью, земель – отработанными моторными маслами и другими нефтепродуктами, вод – стоками.

Уже в конце 80-х годов прошлого столетия учеными были обнаружены увеличенные по сравнению с другими областями показатели заболеваемости инфекционными болезнями среди местных жителей. После поступающих многочисленных жалоб было инициировано специальное исследование, в результате которого медикам удалось установить причину, по которой у жителей значительно ослабляется иммунитет. Все дело в Курской магнитной аномалии. Кроме того, выяснилось, что возбудители некоторых болезней в зоне Курской магнитной аномалии более устойчивы к действию лекарственных препаратов. Поэтому процесс лечения таких заболеваний у жителей близлежащих к аномальному району протекает длительнее и сложнее [3, 4, 5, 6].

Далее, атмосферный воздух является ведущим объектом окружающей среды, с которым связаны наибольшая часть канцерогенных и неканцерогенных рисков для здоровья. Неблагоприятное состояние атмосферного воздуха определяют выбросы таких загрязняющих веществ, как оксид углерода, диоксид азота, формальдегид, взвешенные вещества [7, 8, 9, 10]. Качество атмосферного воздуха заселенных мест определяется интенсивностью загрязнения его выбросами как от стационарных источников загрязнения, так и передвижных, например транспорта. Основными источниками загрязнения атмосферы города Курска остаются автотранспорт, предприятия теплоэнергетики, стройиндустрии, машиностроения, химической промышленности.

Многолетние наблюдения доказывают, что основными источниками загрязнения поверхностных водных объектов являются недостаточно очищенные сточные канализационные воды, сточные воды промышленных предприятий и поверхностный сток с территорий населенных пунктов области. В сельской местности поверхностные водные объекты подвергаются загрязнению, особенно в паводковый период, стоками с полей, фермерских хозяйств, садовых участков, а в городах большое место среди источников-загрязнителей занимает автотранспорт и несанкционированные свалки [2]. Указанные факторы неблагоприятно сказываются на здоровье населения региона.

Статистический анализ

На графике (рис. 1) показано изменение показателей заболеваний на 1000 населения по основным классам болезней в Курской области. По графику мы можем видеть падение этих показателей на протяжении 12 лет. Чтобы понять, велик ли уровень заболеваний в Курской области, причиной которых может служить экология, сравним показатели по четырем классам заболеваний Курской области с показателями других областей. Для сравнения анализировались области: Белгородская, Саратовская, Брянская. Все значения взяты из статистических сборников областей [10, 11, 12, 13, 14].

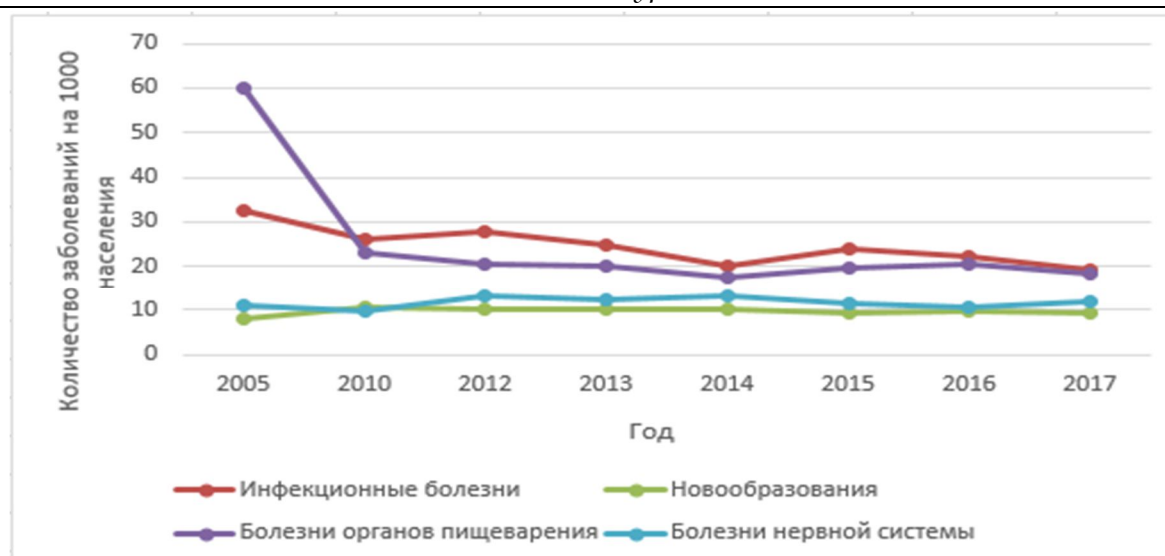


Рис. 1. Заболеваемость населения по основным классам болезней на 1000 человек населения Курской области

Возьмем такой класс заболеваний, как инфекционные болезни. Далее сравним показатели заболеваемости на 1000 человек по этому классу за последний год в четырех областях. В Курской области этот показатель составляет 19,3 на 1000 населения, в Белгородской – 42,7, в Брянской – 25,8, в Саратовской – 27,3. Следующий класс заболеваний – это новообразования: в Курской области число заболевших на 1000 населения составляло 9,2, в Белгородской – 9,1, в Брянской – 11,5, в Саратовской – 11,4 на 1000 населения. Болезни органов пищеварения: этот класс в Курской области насчитывает 18,2 на 1000 населения, в Белгородской – 21,6, в Брянской – 53,2, в Саратовской – 34. И последний взятый мной класс – это болезни нервной системы: Курская область – 12 случаев на 1000 населения, Белгородская – 18,1, Брянская – 73,9, Саратовская – 15.

Результаты

Результаты исследований представлены в таблице.

Количество заболеваний на 1000 населения по основным классам болезней в четырех областях за 2017 год

Область\Заболевание	Инфекционные болезни	Новообразования	Болезни органов пищеварения	Болезни нервной системы
Курская	19,3	9,2	18,2	12
Белгородская	42,7	9,1	21,6	18,1
Брянская	25,8	11,5	53,2	73,9
Саратовская	27,3	11,4	34	15

Динамика заболеваний за время с 2005 по 2017 годы представлена на рисунках 2-5.

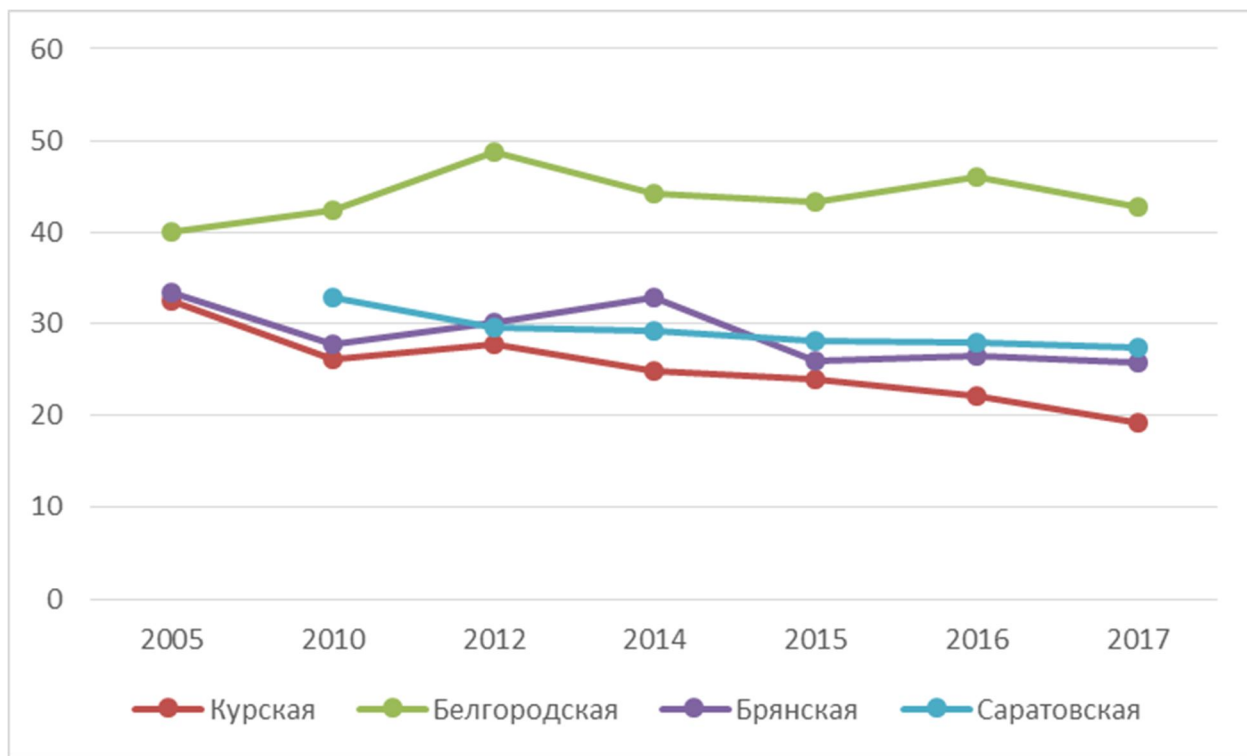


Рис. 2. Заболеваемость населения по классу «инфекционные болезни» для четырех областей

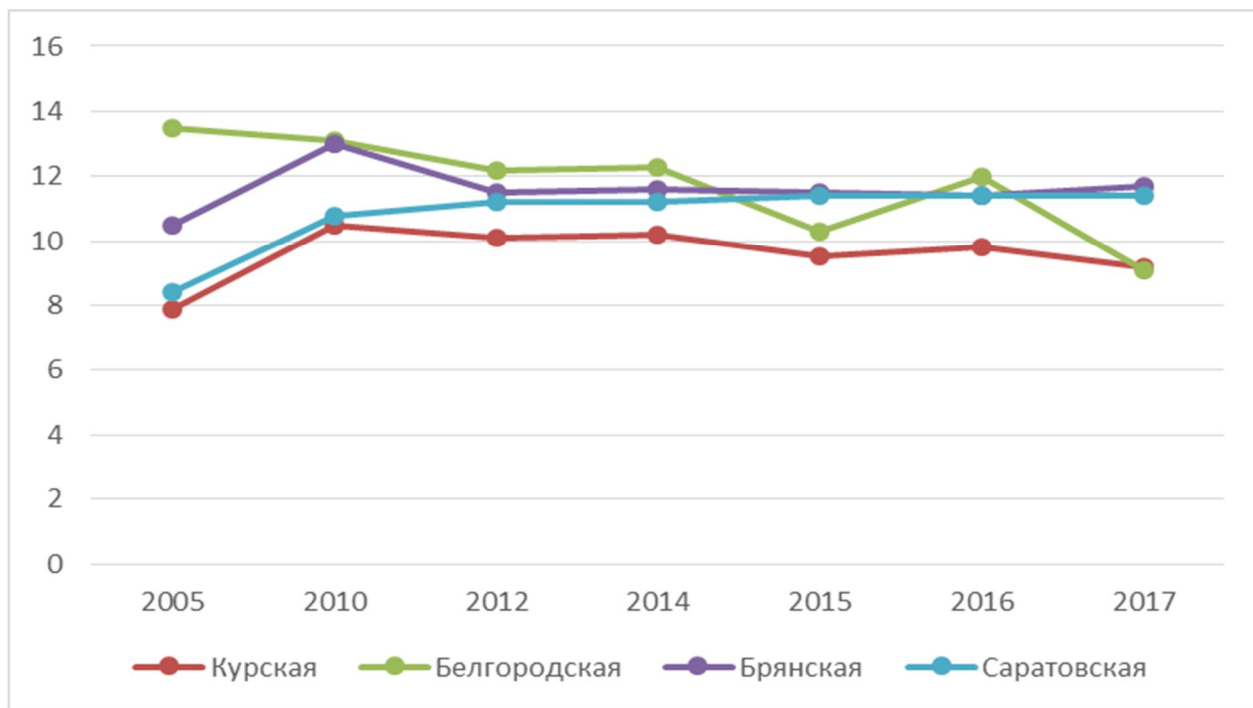


Рис. 3. Заболеваемость населения по классу «новообразования» для четырех областей

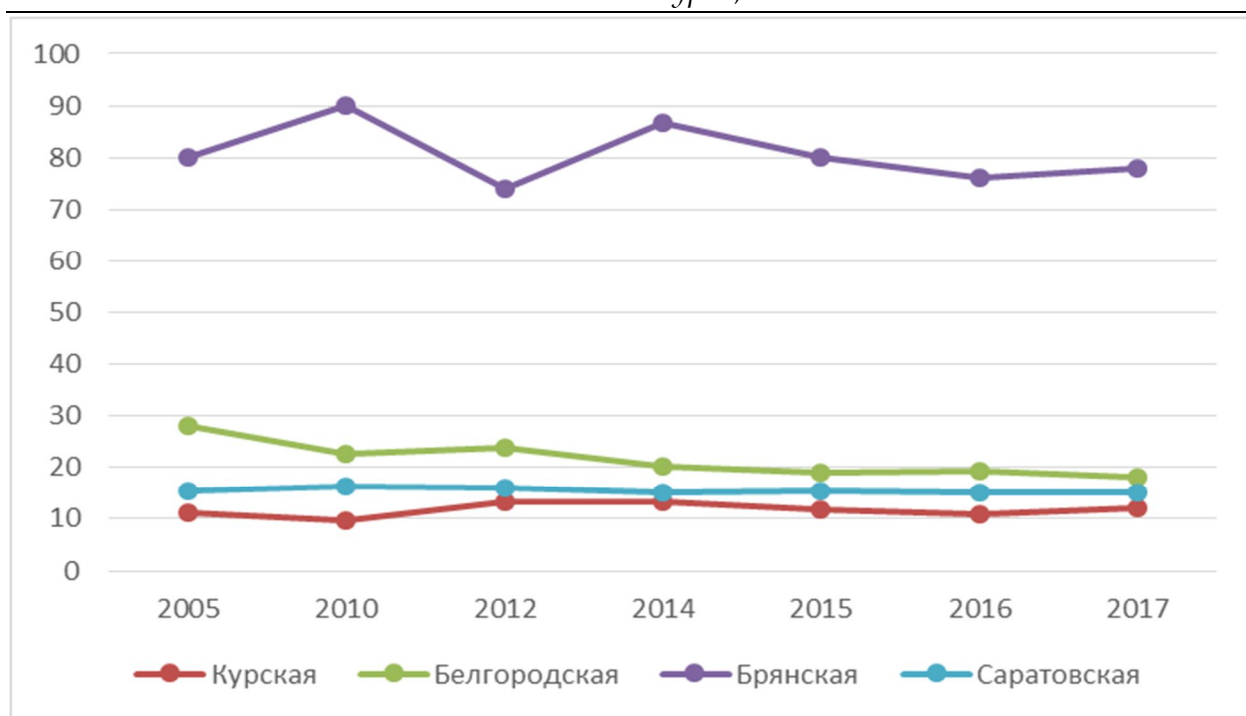


Рис. 4. Заболеваемость населения по классу «болезни нервной системы» для четырех областей

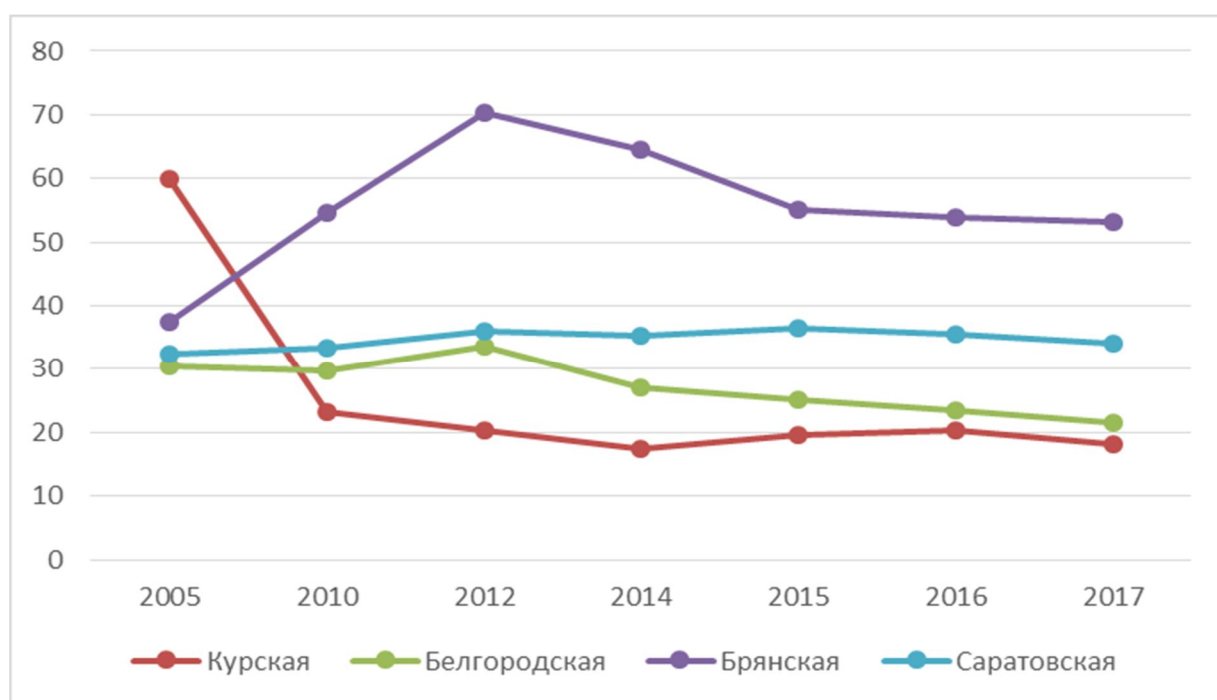


Рис. 5.. Заболеваемость населения по классу «болезни пищеварительной системы» для четырех областей

Из графиков, отражающих динамику заболеваемости, хорошо видно, что Курская область практически по всем четырем классам основных заболеваний имеет наименьший показатель. Таким образом, можно сделать вывод,

что даже при наличии Курской магнитной аномалии, загрязненного воздуха, наше население «здоровее» рассматриваемых регионов.

Список литературы

1. Степановских А. С. Экология: учебник для вузов. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. 703 с.

2. Абушинова Д. В., Разумная С. Е., Таран К. П. Влияние состояния экологии на здоровье человека // Бюллетень медицинских интернет-конференций. 2016. № 5. С. 671-675.

3. Экологические аспекты формирования систем земледелия и защиты растений / И. В. Дудкин, В. М. Дудкин, А. Я. Айдиев, Н. И. Стрижков, Т. А. Дудкина // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 7. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskie-aspekty-formirovaniya-sistem-zemledeliya-i-zaschity-rasteniy> (дата обращения: 14.05.2020).

4. Эпидемиология аллергопатологии у детей в Курском регионе / А. В. Архипова, С. М. Юдина, И. В. Зоря, Е. И. Гедуадже, Е. А. Архипова, И. Ю. Сальникова // Innova. 2016. №1 (2). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/epidemiologiya-allergopatologii-u-detey-v-kurskom-regione> (дата обращения: 14.05.2020).

5. Протасова В. В., Корневский Н. А., Артеменко М. В. Исследование влияния экологических факторов на динамику уровней сердечно-сосудистой заболеваемости в городе // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2010. Т. 6, № 1. С. 123-127.

6. Артеменко М. В., Протасова В. В. Методы и средства моделирования влияния экологической напряженности региона на здоровье населения: монография. Курск: КГТИ, 2009. 225 с.

7. Заброда Н.Н., Артеменко М.В., Елисеев Ю.Ю. Влияние природных и антропогенных факторов на заболеваемость в регионе. Системный анализ и моделирование. Курск: КГМУ, 2006. 256 с.

8. Заброда Н. Н., Артеменко М. В. Гигиеническая характеристика региона Курской магнитной аномалии и заболеваемость коренных жителей // Гигиена и санитария. 2008. № 5. С. 35–38.

9. Федеральная экологическая информация Курской области [Электронный ресурс]. URL: <http://old.rpn.gov.ru/node/5909>, свободный (дата обращения: 14.05.2020).

10. Официальный сайт Администрации Курской области [Электронный ресурс]. URL: http://adm.rkursk.ru/index.php?id=263&mat_id=584, свободный (дата обращения: 14.05.2020).

11. Шабанова Л. С. Статистический ежегодник Курской области: статистический сборник. Курск, 2018. С. 141.

12. Суринов А. Е. Российский статистический ежегодник: статистический сборник. М., 2018. С. 212.

13. Муратова Н. А. Брянская область в цифрах // Краткий статистический сборник. Брянск, 2019. С. 103.

14. Таранова О. С. Статистический ежегодник Белгородская область: статистический сборник. Белгород, 2018. С. 136.

UDC 638.14

A. F. Rybochkin

Southwest State University, Kursk

DEVICES FOR MONITORING THE STATE OF BEE FAMILIES BY THEIR ACOUSTIC NOISE

In this work the directions of control of a condition of bee families on the acoustic noise published by them are considered. The first direction with use of the spectral analysis with short sample from 30 seconds to 3 minutes due to averaging of a range. The second direction: the simultaneous automated control of conditions of bee families of all apiary on acoustic noise with remote issue of visual information to the clear beekeeper at any time on demand.

Keywords: the portable device, images of forms of ranges, the automated system. bee, diagnostics, range.

Control of conditions of bee families on the acoustic noise published by them is of the greatest interest. Here various options of creation of devices, as in the form of independent devices, so in the form of the system of simultaneous control are possible [1-20].

1. The device for acoustic control of a condition of bee family of fig. 1 contains: The 1-external removable condenser microphone with power supply, 2 – the amplifier with the strip filter of 200-400 Hz, 3 – the system of automatic adjustment of strengthening (SAAS), 4 – the microprocessor, 5 - the analog-digital converter (ADC), 6 – the device for discrete transformation of Fourier, the 7th device the range comparator with samples in memory, 8 – the LED indicator, 9 – the power supply, 10 – terminals of food [19].

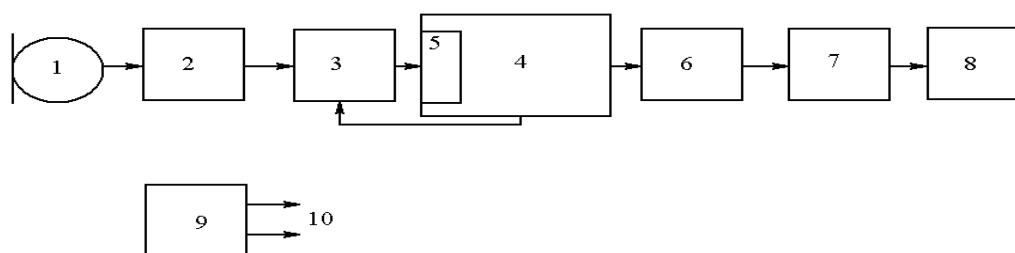


Fig. 1. The block diagram of the device for acoustic control of a condition of bee family

The device for acoustic control of a condition of bee family presented in the implementation form figure 2 contains a nest of the microphone of 3.5 mm for connection of the external removable condenser microphone with power supply, power-supply circuits of the microphone of 3 V, with consumption of current in 1 ma.



Fig. 2. The device for acoustic control of a condition of bee family in the form of implementation

Advantage in front of similar devices (for example, the developed programs for the smartphone executed with application - the minimum cost. The device for acoustic control of a condition of bee family as follows works [3]: a signal with microphone-1 arrives on the amplifier with the strip filter (200-400 Hz-2, amplify to necessary level, the signal further strengthened comes to system of automatic adjustment of strengthening (SAAS)-3 which holds an acoustic signal at one level within change of an entrance signal 42 dB. Control of SARU is exercised of the microprocessor – 4. The acoustic signal with SARU arrives on a microprocessor entrance - 4 which the analog-digital converter (ADC) which digitizes an acoustic signal of bee family is built in, microprocessor 4, on the basis of the data obtained with ACP issues the operating codes on SARU. From ACP-5 exit the digitized signal arrives on processing of codes the microprocessor - 4, from the output of the microprocessor – the 4th code signals arrive on an entrance of the device of discrete transformation of Fourier-6 which is calculated a range of an acoustic signal, within 4.5 minutes, the range then is averaged. The received average range is compared to samples of the ranges which are stored in memory of the device of the comparator of a range with samples in memory-7 then for the chosen mode of measurements the conclusion "Yes" or "No" with determination of probability is drawn.

After inclusion of power supply (the toggle-switch below, fig. 2), the device for acoustic control of a condition of bee family is powered power supply 9 and via

tires of power supply 10 the supply voltage arrives on all blocks of the device. 1 acoustic signal perceived by the microphone published by bees will be transformed to electric and arrives on an amplifier entrance with the strip filter of 200-400 Hz.

The LED indicator allows to determine answer probability "Yes" or "No" and also the level of an entrance signal of the microphone. If only one of indicators "Yes" or "No" burns, it means that the probability of the answer is defined as 100%. If both indicators, then indications uncertain burn and it is impossible to make the unambiguous conclusion.

In number to record indications for the subsequent observations, it is necessary to count number of "blinkings" (reduction of brightness) of Yes and/or No indicators. If both indicators at the same time blink, then the number of the first blinkings of n1 corresponds to the level of an entrance signal.

The electronic device is intended for a research and prediction of behavior of honey bees by method of acoustic diagnostics in a beehive. The device for acoustic control of a condition of bee family is intended for a research and prediction of behavior of honey bees by method of diagnostics of their states on the acoustic noise published by them in a beehive. The considered device for acoustic control of a condition of bee family can be used for recognition of characteristic conditions of bee family, such as predroyevy condition, loss of a uterus, acceptance or rejection of a new uterus. The device is portable, can find constant application for the practitioner's beekeeper that allows to control necessary the beekeeper in practice of a управление пчелой management of a bee of a condition of bee families by beekeepers of different qualification.

Other method of the analysis of acoustic signals of a complex system with use of images of forms of ranges is offered [3, 4, 21]. The method is implemented as follows. The sound signal removed by means of the portable microphone is strengthened in the chosen frequency range by means of the preliminary amplifier. Then by means of narrow-band frequency filters allocate in advance chosen most essential frequency strips of this signal. Output signals of these filters detect and analyze by means of the block of comparators then the binary codes received at the outputs of comparators which reflect forms of ranges give on an entrance of the distinguishing device consisting of the microcomputer and the indicator. The microcomputer will transform the binary codes arriving on its entrance to decimal or octal. Data are registered in the microcomputer RAM during the set time interval (10 minutes and more) then selective calculation of characteristics of the received variational series in the form of relative rates meeting in the registered sample of all codes and statistical characteristics of distribution of codes in the form of average value, dispersion is made, coefficient of asymmetry and an excess. Then on them classification of a condition of a complex system which is displayed on the indicator is made. If this state does not correspond to any of the states considered when programming of the distinguishing device, then at the discretion of the opera-

tor statistical characteristics of distribution of codes, characteristics of a variational series and the conditional chart of a sound signal of the identified complex system with a new state are displayed [6].

At identification of conditions of a complex system except recognition on statistical characteristics of codes (for example, by the average code) the method based on determination of amount of information [3, 4] is applied. In work [3] the computer automated system for classification of conditions of activity of bee families is presented. The system is intended for observation of a condition of bee families on an apiary with use of the analysis of a frequency range of the sound signals published by bee families. The apiary controller including PEVM which software makes the analysis of acoustic information and controllers of a beehive provide renting of acoustic information from a beehive and its transfer to the apiary controller.

Thus, from the analysis of the existing methods and devices of their realization it is clear that developments in the field of acoustics of bee families can be conducted in two ways:

- 1) development portable analog and analog and digital (use of the micro-computer) devices;
- 2) development of digital systems on the basis of the personal electronic computer (PEC).

In the considered methods the classification of complex systems is carried out on the basis of the signs received at an equipment design stage average values of spectral components in the narrow, in advance defined frequency strips, or values of spectral components of separate frequencies are used or.

It is necessary to refer to shortcomings of portable devices also lack of automation of control over activity of bees of all apiary during absence of the beekeeper on an apiary. Besides, because of short samples (0.5-5 min.) there will be a low noise stability to external sounds (for example, bark of a dog, the sounds made by birds, a conversation of people, wind noise, noise of the flying by plane) that demands repeated measurements and averagings, all this distracts the beekeeper, increases labor costs.

The sample of the analysis of acoustic noise even lasting 5 minutes in certain cases of diagnostics of a condition of bee family in the course of replanting of a queen bee is in certain cases insufficient. Authors of this article [9] have an experience at the organization of a layer and replanting of a queen bee with control of reception of a uterus on the acoustic analyzer designed by it [3, 9...12]. Duration of reception of a uterus was 1.5 days. At 30 second the 3rd - the minute sample needs to approach periodically a beehive for the analysis of acoustic noise for the purpose of check – bees on reception of a new uterus changed the attitude. Only continuous control with use of the automated control allows to determine precisely time of reception of a new uterus, however with use of the individual device is labor-consuming. The beekeeper without use of the device at the same expense of time

can draw a conclusion on reception of a uterus on behavior of bees, watching a cage in which there is a uterus.

Considering complexity of spectral structure of the acoustic signal which is formed on the basis of imposing of a set of the distributed acoustic sources (bees, groups of bees), use of classical spectral methods of the analysis is inefficient, it is necessary to average ranges on special algorithms, to estimate stability of ranges.

For this purpose it is offered to use the code tables [3] representing the multisets characterizing statistical characteristics of power ratios for the set acoustic signal in the chosen frequency ranges on the fixed time interval. The changing forms of power ranges of the same acoustic signal are given in figure 3. Images of forms of ranges with the codes corresponding to them are given in figure 4. The column first at the left characterizes forms of the ranges reflecting a low-frequency part of ranges, the second column of forms of ranges reflects more high-frequency part of a range, and, respectively, the third and fourth columns reflect a high-frequency part of a range. That is the column of forms of ranges first at the left corresponds to frequency range 60 ... 180 Hz, the second column of forms of ranges corresponds to frequency range 180 ... 300 Hz, the third column of forms of ranges corresponds to frequency range 300 ... 420 Hz, the fourth column of forms of ranges corresponds to frequency range 420 ... 540 Hz [3].

For ensuring reliable diagnosing on an apiary the automated system of simultaneous continuous control which works with any amplitude-frequency characteristics of microphones, speaker systems is offered. Beehive electronics perhaps with several microphones spatially placed in a beehive, the central server on an apiary with an organized stable relation, with the powerful developed software which it is automated without participation of the beekeeper is offered, carries out the analysis of the code information obtained from beehive controllers on specially developed algorithms.

Obtaining information by the beekeeper is carried out by simple pressing of a key, and its conclusion is carried out in the form of texts, in the form of visual images, tables with use of the internal database which is saved up on the apiary. There is no need to move on an apiary – approached the central server and obtained all necessary information on each bee family [3].

Thus, cardinally to facilitate work of the beekeeper and other approach to acoustic diagnostics of a condition of bee families will allow to increase its efficiency [3, 4, 20]:

1) coding of the allocated images of forms of ranges allows to control at the same time individually the forms of ranges which are continuously changing in time which reliably reflect a condition of bee family that allows to increase almost beyond all bounds quantity of the diagnosed states and to build a diagnostic system [3, 22, 23];

2) such coding of sound information is economic on the required memory resources: with duration of the simultaneous analysis of the acoustic noise of bee

family up to 10 minutes characterizing one state the memory of 3600 bits – about 2.4 Gbytes of memory on 100 bee families is required, then in the usual spectral analysis for 100 bee families – 630 Gbytes of memory.

With use of the individual device the simultaneous automated control of all bee families of an apiary is excluded. It can be carried out with use of controllers of beehives which continuously trace acoustic information of a bee family which contact with the central server, is carried out on a radio channel, and information transfer from the beehive controller on the server in the automated mode of times a day within several seconds. On arrival on an apiary, the beekeeper on the central server of an apiary obtains detailed information on conditions of bee families, and when using mobile communication with the server, the beekeeper remotely obtains all information accumulated by the server.

The main objectives of the automated system of diagnosing of conditions of bee families on their acoustic noise are:

- collecting and registration of acoustic data;
- transformation of the obtained data;
- storage of the obtained data;
- processing and analysis of data;
- display of results.

When processing of the obtained data, difficult algorithms are applied that is provided with creation of a diagnostic system on the basis of the personal computer (PEVM) and beehive controllers. The system in which the majority of the listed tasks is solved software turns out.

The automated system for diagnosing of conditions of bee families is presented in figure 5.

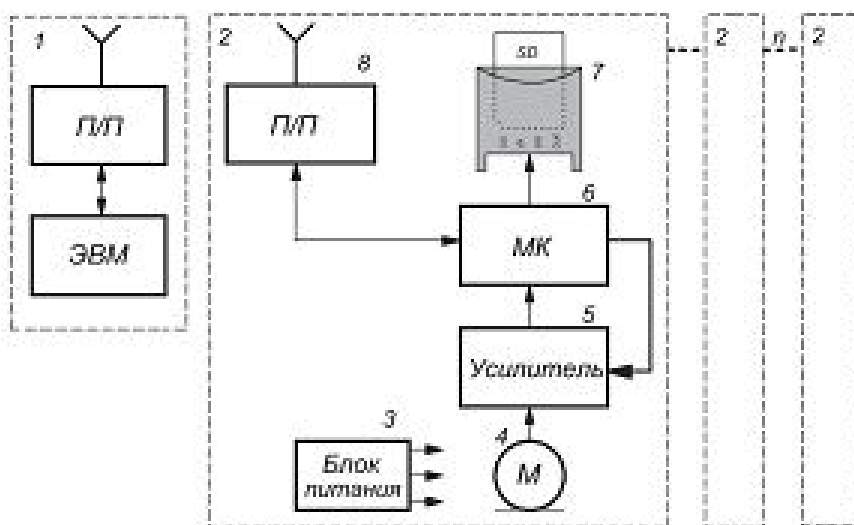


Fig. 3. The automated system for diagnosing of conditions of bee families of an apiary on acoustic noise: 1 – the controller of the beekeeper which includes the computer (laptop) and the transceiver; 2 – beehive controller; 3 – power supply of the beehive controller; 4 – microphone; 5 – amplifier; 6 – beehive microcontroller; 7 – SD socket; 8 – beehive transceiver

The principle of operation of the controller of a beehive is that the sound of bee family by means of the microphone will be transformed to an electric signal which is normalized by means of the automatic adjustment of strengthening (AAS) and filter in the chosen frequency range (from 60 to 600 Hz). Then the received signal gets to the processor which programmatically realizes four filters (with the most informative frequencies 210 ... 240 Hz, 300 ... 330 Hz, 390 ... 420 Hz, 420 ... 450 Hz) and carries out digital filtration. As a result the microprocessor gives four numbers which are used further for construction about images of forms of ranges.

For diagnosis of varroatosis the method offered by E.K. Eskov is used. [1], based on the analysis of acoustic noise of bee families. According to its researches, the family with varroatosis, the more intensively high-frequency components in the range of 200 ... 400 Hz is struck stronger. When using code tables on the maximum frequency of emergence of codes.

The automated system consists of beehive controllers with the written software, the beekeeper's controller (the tablet computer with the modem can be used to mobile communication) and also the smartphone. Issue of information on the smartphone is carried out in a form clear to the ordinary beekeeper.

Thus, two alternative directions in development of devices of control of conditions of bee families on the acoustic noise published by them are possible:

1. The individual device figure 2 at its minimum cost, is designed for beekeepers small apiaries, does not demand high qualification, is simple in its use has both advantages, and a number of shortcomings.

2. Development of the automated systems. Advantages of this direction are briefly described above. Reliability of diagnosing of a condition of bees at the expense of the analysis of forms of ranges is reached. Due to effective coding of acoustic signals the high noise stability is reached. And, above all – all processes of accumulation of information on bee families and diagnostics of their current states are completely automated that significantly reduces labor input of a managements of bees with simultaneous increase in its efficiency.

Authors of article already developed beehive controllers of complex control of bee families not only on acoustic noise, but also on temperature and electric fields. At mass application of such systems of multipurpose control there will be not only an increase in reliability and efficiency of control, but also depreciation of beehive controllers, so, and systems in general. The main part of expenses will go for development of the software. Such automated systems will be demanded by beekeepers and beekeeping farms, irrespective of the number of bee families.

Reference

1. Еськов Е. К. Акустическая сигнализация общественных насекомых. М: Наука, 1979. 208 с.

2. Еськов Е. К. Акустические и электрические сигналы связи пчел // Пчеловодство. 2017. № 1. С. 20-23.

3. Рыбочкин А. Ф. Методы и алгоритмы автоматизированного контроля состояний сложных систем на основании анализа форм спектров их акустических сигналов. Курск, 2017. 140 с.

4. Рыбочкин А.Ф., Захаров И.С. Системный анализ акустических сигналов пчелиных семей с использованием кодовых сообщений / Курск. гос. ун-т. Курск, 2010. 400 с.

5. Еськов Е. К. Разнообразие этолого-физиологических механизмов акустических коммуникаций насекомых // Биофизика. 2017. Т. 62, вып. 3. С. 577–590.

6. Рыбочкин А. Ф., Захаров И. С., Дрейзин В. Э. Анализатор звука пчелиных семей // Пчеловодство. 2003. № 4. С. 10-11.

7. Пат. 2099942 Рос. Федерация. Устройство для акустического контроля за состоянием пчелиной семьи / Дрейзин В. Э., Рыбочкин А. Ф., Захаров И. С., Еськов Е. К. Опубл. 27.12.97, Бюл. № 36.

8. Пат. 2259041 Рос. Федерация. Способ и устройство диагностики состояний пчелиных семей по их акустическому шуму / Рыбочкин А. Ф. [и др.]. Опубл. 27.08.2005, Бюл. № 24.

9. Пат. 2443982 Рос. Федерация, МКИ А01 К 47/00. Способ диагностики состояний пчелиных семей по их акустическому шуму / Рыбочкин А. Ф., Праведникова С. В. / Опубл. 27.02.2012, Бюл. №6.

10. Рыбочкин А. Ф., Праведникова С. В. Повышение информативности кодового сообщения при диагностировании состояний пчелиных семей // Инновационные научно-технические разработки и направления их реализации: сборник трудов семинара / Юго-Зап. гос. ун-т. Курск, 2010. С. 77-82.

11. Пат. 2167518 Рос. Федерация, МКИ А01К 47/00. Способ определения информативности спектральных составляющих акустического сигнала пчелиных семей при распознавании их состояний // Дрейзин В. Э., Рыбочкин А. Ф., Захаров И. С. Опубл. 27.05.01 Бюл. № 15.

12. Пат. 2287138 Рос. Федерация, МКИ А01К 47/00. Способ определения информативных частотных полос акустического сигнала пчелиных семей при распознавании их состояний // Рыбочкин А. Ф. Опубл. 10.11.2006, Бюл. № 31.

13. Рыбочкин А.Ф., Савельев С.В., Шамсан М. Распознавание состояний семей пчёл по их акустическому шуму // Пчеловодство. 2014. № 9. С. 56-57.

14. Рыбочкин А. Ф., Мелентьев Д. А. Акустический мониторинг физиологического состояния семей пчёл // Пчеловодство. 2016. № 3. С. 52–53..

15. Пат. 2259041 Рос. Федерация, МКИ А01К 47/00. Способ и устройство диагностики состояний пчелиных семей по их акустическому шуму / Рыбочкин В. Э., Дрейзин В. Э., Захаров И. С., Дрёмов Б. Б., Кутузов А. А. Опубл. 25.08.2005, Бюл. № 24.

16. Рыбочкин А. Ф., Захаров И. С. Системный анализ акустических сигналов пчелиных семей с использованием кодовых сообщений. Курск, 2010. 400 с.

17. Рыбочкин А. Ф. Методы и алгоритмы автоматизированного контроля состояний сложных систем на основании анализа форм спектров их акустических сигналов / Юго-Зап. гос. ун-т. Курск, 2017. 140 с.

18. Пат. на полезную модель 126252. Автоматизированная система для дистанционного контроля состояния пчелиных семей по их акустическому шуму / Рыбочкин А. Ф., Дремов Б. Б., Савельев С. В., Мохсен Шамсан Ахмед Исмаил. Опубл. 27.03.2013, Бюл. № 9.

19. Пат.201814384/03.12.18 Устройство для акустического контроля состояний пчелиных семей / Пугачёв М. П., Юхлин Н. В., Рыбочкин А. Ф., Еськов Е. К.

20. Рыбочкин А. Ф. Методы и алгоритмы автоматизированного контроля состояний пчелиных семей на основании анализа воздействующих на них внешних и внутренних факторов / Юго-Зап. гос. ун-т. Курск, 2018. 283 с.

21. Идентификация факторов воздействия на объект самоорганизационным анализом спектра характеризующего сигнала / М. В. Артёменко, М. В. Бородин, Н. М. Калугина, А. Г. Курочкин // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2017. Т. 15, № 5. С. 8-12.

22. Калугина Н. М. Свидетельство об офиц. регистрации программы для ЭВМ № 2017610055 Рос. Федерация. Программа частотного анализа биомедицинского сигнала методом группового учета аргументов. Заявитель и правообладатель ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет». № 20179193700; зарегистрирована в реестре программ для ЭВМ 16 января 2018.

23. Артёменко М. В., Калугина Н. М. Диагностический анализ состояния биообъекта по хронометрическим параметрам регистрируемых сигналов // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 4 (46). С. 30-35.

УДК 502.08

Я. О. Заикин

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Курск

МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ МЕГАПОЛИСА ПРИ ПОМОЩИ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

В статье приведен анализ существующей классической системы мониторинга загрязнения атмосферного воздуха, предложена реализация мониторинга на основе БПЛА и описаны основные принципы функционирования такой системы.

Ключевые слова: экология, мониторинг, БПЛА, загрязнение, атмосфера, автоматическая система, датчик.

Здоровье населения города зависит от многих факторов, среди которых значительное место занимает состояние окружающей среды. Загрязнение атмосферы токсичными газами – одна из причин накопления вредных мутаций в организме человека, которые будут наследоваться последующими поколениями. Это приводит в крупных городах к росту заболеваемости населения онкологическими, аллергическими и сердечно-сосудистыми заболеваниями.

В настоящее время в Российской Федерации мониторинг атмосферного воздуха проводится при помощи автоматических станций контроля загрязнения атмосферного воздуха (АСКЗА), установленных на территориях повышенного контроля, и передвижных мобильных лабораторий. АСКЗА – небольшие павильоны, в которых размещается оборудование для измерения концентраций веществ в воздухе, а также система обработки информации. Передвижная лаборатория представляет собой транспортное средство, оснащённое оборудованием для измерений. Недостатком систем мониторинга, основанных на АСКЗА и передвижных лабораториях, является отсутствие возможности определения источника загрязнения и мониторинга в чрезвычайных (экстремальных) ситуациях.

Возможное решение данной проблемы, способное реализовать эффективный и непрерывный контроль за концентрацией вредных веществ в воздухе над всей территорией химически опасных объектов и прилегающих к ним территорий, – создание системы мониторинга экстремальных ситуаций на химически опасных объектах с использованием беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Данное решение предполагает установку портативного многоканального газоанализатора на несколько автономных БПЛА. Автономность БПЛА обеспечивается бортовым комплексом интеллектуального управления движением и динамического измерения параметров атмосферного воздуха, результаты которого записываются в память параметров среды и отправляются на мобильный контрольный пункт, где осуществляется их интеллектуальный анализ в режиме реального времени.

В современном мире для решения задач мониторинга местности все чаще стали применяться БПЛА, которые могут выполнять поставленную им задачу (например, полет по маршруту по заданным точкам) в автоматическом режиме. На таких аппаратах устанавливается автопилот, инерциальная система навигации и система навигации ГЛОНАСС/GPS, что позволяет самолёту ориентироваться в пространстве и выполнять задание. Как правило, БПЛА используются для решения военных задач, но за счет увеличения объемов производства электронных компонент и уменьшения их стоимости БПЛА стали активно применяться и в гражданских целях.

Для управления БПЛА помимо спутниковой навигации используются ориентиры на местности. В этом случае используется корреляционно-экстремальная система навигации для беспилотного летательного аппарата в системе экологического мониторинга атмосферы воздуха мегаполиса.

Основой работы корреляционно-экстремальных навигационных систем является сравнение совокупности ориентиров (текущего изображения) с эталонным изображением, полученным ранее. То есть осуществляется сравнение информации карты поля с информацией измерителя этого же поля и отыскания экстремума корреляционной функции, т. е. максимума их совпадения, по которому определяется местоположение БПЛА относительно принятой навигационной системы координат. Разница в положении этих изображений в принятой системе координат позволяет формировать команды для удержания объекта управления на заданной траектории. Таким образом, для решения этой задачи необходимо разработать метод формирования изображения-эталона, метод формирования текущего изображения, методы обработки текущего изображения, метод сравнения текущего изображения с эталоном [1, 2]. Здесь необходимо исследовать вопросы выбора частоты дискретизации поверхности земли, что определяет скорость поступления снимков в классификатор изображений. Корреляционно-экстремальному навигатору также необходим дополнительный набор датчиков, например высотомер, магнитометр и т. д. Необходимо найти оптимальное сочетание между вычислительными сложностями по сопоставлению и анализу изображений и максимальному набору датчиков на борту.

Методы обработки и классификации изображений являются ядром корреляционно-экстремальной системы навигации. Первоначально предполагается использовать наиболее простую систему обработки и классификации полутоновых изображений, которые поступают от одной видеокамеры, а затем усложнять аппаратное и алгоритмическое обеспечение при неудовлетворительной работе системы в натуральных экспериментах [3, 4, 5, 6]. Полутоновые изображения преобразуются в бинарные, и задача системы классификации состоит в определении объекта на изображении, который классифицируется как ориентир, а затем идентифицировать этот ориентир среди других ориентиров. Для поиска ориентира на бинарном изображении предлагается использовать метод сегментации, основанный на понятии каскадного окна [7, 8]. Каскадная модель классификации снимков осуществляет целенаправленное выделение на снимке сегментов интереса. Сегмент интереса определяется по каскадному окну на соответствующем уровне таким образом, что классификация каскадного окна верхнего уровня осуществляется на основе кодов каскадных окон нижнего уровня, для которых это окно является «материнским».

Отнесение каскадного окна к сегменту осуществляется на основе классификации фрагмента снимка, попавшего в окно. Метод позволяет достичь приемлемой оперативности и точности используемыми бортовыми вычислительными средствами [7]. Перед разработкой метода необходимо определить структуру экологического мониторинга атмосферы воздуха мегаполиса, в которой определен статус беспилотных летательных аппаратов как датчиков координат источников, и концентрации токсичных газов в атмосфере воздуха мегаполиса. При работе в системе экологического мониторинга БПЛА осуществляет секторное патрулирование. При секторном патрулировании БПЛА необходимо разработать траектории движения БПЛА, а также алгоритмы выхода на эти траектории. После обнаружения источника загрязнения и вычисления его координат БПЛА возвращается на режим патрулирования или на другую программу полета в зависимости от его статуса в системе экологического мониторинга. Для выполнения такого режима полета ему необходимо выполнить соответствующее полетное задание.

Таким образом, необходимо, как минимум, разработать три блока управления, которые осуществляют управление БПЛА в зависимости от полетной ситуации. Для координации работы этих блоков разрабатывается глобальный блок управления, который является бортовой интеллектуальной системой, которая в зависимости от полетной ситуации отдаст управление БПЛА одному из блоков управления. Для оптимизации структуры блоков управления проводятся соответствующие исследования, строятся соответствующие модели и разрабатываются экспериментальные программные модули.

Навигационная система БПЛА может предусматривать комбинированные методы управления с возможностью исключительно автономного полета без связи с оператором или спутниковыми системами навигации. В качестве источника информации для принятия управленческих решений служат датчики, установленные на борту БПА, видеокамера и программа управления полетом. В соответствии с полетным заданием БПА должен обнаружить источник экологического загрязнения в черте города. Для упрощения понимания сущности управления примем, что токсичным газом в атмосфере воздуха является СО, а его источником – объект возгорания.

Подход к автономному управлению БПЛА состоит в следующем. Согласно исходной установке БПЛА находится в режиме патрулирования заранее установленного или установленных сегментов города. Выход на режим патрулирования осуществляется согласно полетному заданию. После выхода на этот режим патрулирования осуществляется мониторинг градиента концентрации СО. Если он превысит установленное значение, то управление передается другому программному модулю, осуществляющему перемещение БПЛА в сторону источника токсичного газа, в данном примере СО.

Использование систем экологического мониторинга, основанных на БПЛА, позволит обеспечить непрерывный контроль за экологической ситуацией в режиме реального времени путем сбора данных их анализа и демонстрацией в наглядном виде. Данные системы дадут возможность при постоянном отслеживании уровня экологической обстановки выявить наиболее загрязнённые регионы мегаполиса и объекты предприятия.

Список литературы

1. Автоматизированная система классификации рентгенограмм молочной железы / А. Р. Дабагов, В. А. Горбунов, С. А. Филист, И. А. Малютина, Д. С. Кондрашов // Медицинская техника. 2019. № 6 (318). С. 39-41.
2. Автоматизированная система для классификации заболеваний молочной железы по рентгеновским маммографическим снимкам / А. Р. Дабагов, И. А. Малютина, Д. С. Кондрашов [и др.] // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2019. № 4 (48). С.10-24.
3. Виртуальные потоки в гибридных решающих модулях классификации сложноструктурируемых данных / А. В. Киселев, Д. Ю. Савинов, С. А. Филист, О. В. Шаталова, В. В. Жилин // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2018. № 2 (42). С. 137-149.
4. Филист С. А., Шаталова О. В., Ефремов М. А. Гибридная нейронная сеть с макрослоями для медицинских приложений // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2014. № 6. С. 35-69.
5. Нейросетевые модули с виртуальными потоками для классификации и прогнозирования функционального состояния сложных систем / А. В. Киселев, Т. В. Петрова, С. В. Дегтярев, А. Ф. Рыбочкин, С. А. Филист, О. В. Шаталова, В. Н. Мишустин // Известия Юго-Западного государственного университета. 2018. № 4 (79). С. 123-134.
6. Модели нечетких нейронных сетей с трехстабильным выходом в инструментарии для психологических и физиологических исследований / С. А. Филист, Абдул Рахим Салем Халед, О. В. Шаталова, В. В. Руденко // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2007. Т. 6, № 2. С. 475-479.
7. Метод каскадной сегментации рентгенограмм молочной железы / С. А. Филист, А. Р. Дабагов, И. А. Малютина, Д. С. Кондрашов // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2019. Т. 9, № 1(30). С.49-61.
8. Многослойные морфологические операторы для сегментации сложноструктурируемых растровых полутоновых изображений / С. А. Филист, А.Р. Дабагов, И.А. Малютина [и др.] // Известия Юго-Западного государственного университета Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2019. Т. 9, № 3. С. 44-63.

УДК 616.9+311.21

А. С. Самойлова

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Курск

СИНОПТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЧАСТОТЫ ВСПЫШЕК ВИРУСНЫХ ИНФЕКЦИЙ В РОССИИ

В работе рассматриваются вспышки вирусных инфекций, приводящих к тяжелой болезни и летальным исходам. Приведены результаты пилотного исследования литературы и кумулятивное число подтвержденных случаев вирусных инфекций. Рассматриваются основные мероприятия, направленные на снижение вспышек вирусных инфекций.

Ключевые слова: инфекционные болезни, грипп, корь, туберкулёз, коронавирус.

Введение

Вирусные инфекции – большая группа заболеваний, вызываемых специфическими возбудителями, для которых характерны инфекция, циклическое течение и формирование специфического иммунитета [1]. По своей распространенности они занимают лидирующие позиции по сравнению с другими патологическими процессами. Это связано с повышенной опасностью заражения, быстротой распространения и заболеваемостью в различных популяциях. В период обострения эпидемиологической ситуации заболевание вирусной этиологии приобретает масштабный характер.

В настоящее время заболеваемость снижена более чем на 90%, тем не менее инфекционные заболевания на сегодняшний день являются одной из ведущих проблем медицины и в значительной степени определяют здоровье, продолжительность жизни и причины смерти людей. Инфекции во всем мире занимают третье место среди других заболеваний населения. Человечество смогло научиться управлять многими старыми эпидемиями, но они были заменены новыми. В последние годы клинические и эпидемиологические проявления многих инфекций изменились больше, чем за предыдущую историю наблюдения этих заболеваний.

Мир пришел в условиях продолжающейся пандемии повсеместного роста заболеваемости туберкулезом, гриппом, корью. Однако основной проблемой по-прежнему являются острые респираторные вирусные инфекции (коронавирусы), которые в настоящее время составляют около 90% всех пациентов с острой инфекцией. Поэтому актуальность проблемы обусловлена снижением заболеваемости. Целью исследования является экспериментальное теоретическое изучение литературы и моделируемое моделирование кумулятивного анализа количества подтвержденных случаев вирусных инфекций. Первая достигается гносеологическим анализом различных источников

информации, вторая – изучением изменений в заболеваемости вирусными инфекциями в 2017-2020 годах.

Характеристика сезона гриппа (2017–2020 годы)

У большинства людей симптомы гриппа исчезают в течение недели без медицинской помощи. Но грипп может привести к серьезным заболеваниям и смерти, особенно у людей из групп риска. Период реконвалесценции – 7-15 дней [1]. Готовность к пандемии определяется в первую очередь возможностями быстрого производства вакцины и наличием лекарств. По оценкам ВОЗ, ежегодные эпидемии гриппа приводят к 3-5 миллионам случаев тяжелых заболеваний и 290-650 тысячам смертей [2]. Повышению заболеваемости способствовали неблагоприятные климатические условия (влажность, непрерывные дожди и сильные ветры). Основной причиной повышенной смертности заболевания стали осложнения, вызванные им со стороны дыхательной, сердечно-сосудистой и нервной систем. Пандемия гриппа последних лет чаще всего вызывает осложнения у детей, молодых людей и беременных женщин.

Характеристика сезона кори (2017–2020 годы)

Острое инфекционное вирусное заболевание корь с очень высоким уровнем заразности [3]. Корь вовсе не так безобидна, как кажется на первый взгляд. Вы можете заболеть корью, даже не вступая в контакт с пациентом. Это заболевание передается воздушными каплями и не защищает даже защитная маска, вирус кори может распространяться через вентиляционные шахты в здании.

Заболеваемость корью начала расти во многих странах мира, в том числе в России. Более 20 миллионов человек заражаются корью каждый год [4]. И хотя болезнь одна и та же, причины роста (более 95%) заболеваемости везде различны. Причины роста заболеваемости корью в бедных странах – отсутствие вакцин, а в развитых странах – глупость. Глупостью в данном случае можно назвать позицию «антипрививочников». Люди не верят в необходимость вакцинации для своих детей и даже считают, что прививки вредны. В результате невакцинированные дети рискуют заболеть серьезным заболеванием и могут умереть, потому что для этих пациентов нет конкретного лечения.

Характеристика сезона туберкулеза (2017–2020 годы)

Одна из социально зависимых болезней – туберкулез, который преследует человечество на протяжении веков. Многие считают, что эта болезнь давно ушла в прошлое. Но в девяностые годы прошлого века болезнь снова напомнила о себе, и сегодня можно наблюдать какой-то подъем. К заболева-

нию туберкулезом могут привести плохие условия окружающей среды, плохое питание, вредные привычки и частые стрессы.

По данным ВОЗ, треть населения нашей планеты заражена туберкулезом. Каждый год при 8-9 миллионах болезнь переходит в острую форму. Смертность от туберкулезных осложнений достигает до 3 млн человек в год [5].

Характеристика сезона коронавируса (2020 год)

Новая пандемия Covid-19 потрясла весь мир в 2020 году. Вирус поражает дыхательную систему, пищеварительный тракт и центральную нервную систему [6]. Вирус передается фекально-пероральными, воздушно-капельными и контактными путями. Нет конкретного лечения этого вируса. Пожилые и люди с ослабленным иммунитетом наиболее восприимчивы к вирусу. В первых числах марта 2020 года смертность от коронавируса составила 3,4%. При этом от сезонного гриппа процент погибших составил менее 1%. Затем университет сообщил, что коронавирус не является подвидом ОРВИ, респираторного вируса или простого гриппа. Специалисты называли его «уникальным», с особыми характеристиками [16].

На рисунке показано количество подтвержденных случаев заболевания коронавирусом в России в 2020 году.

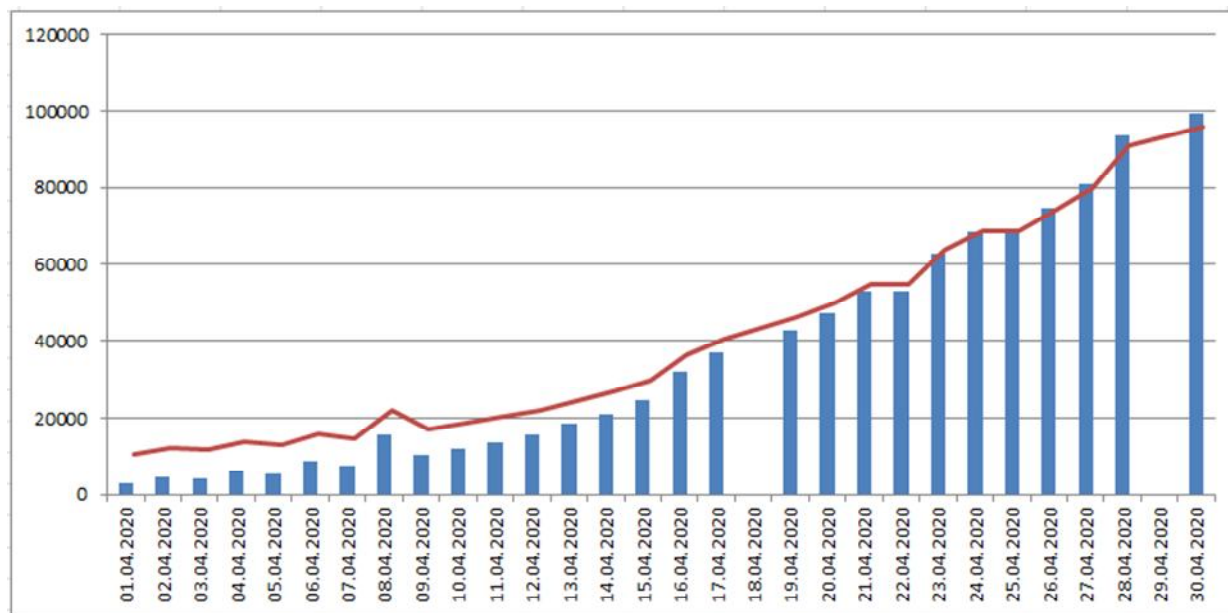


Рис. Кумулятивное число подтвержденных случаев

Для компенсации инфекции и отсроченных последствий вирусных инфекций предлагаются следующие профилактические меры – советы:

1. Прививка или вакцинация – эффективна против конкретного возбудителя;

2. Ношение медицинских одноразовых масок при контакте с больными людьми (смена каждые 2 часа);
3. Соблюдение личной гигиены;
4. Укрепление иммунитета;
5. Укрепление здоровья, занятие спортом;
6. Полноценное и сбалансированное питание с большим количеством витаминов;
7. Столько воды, сколько можно пить;
8. Проветривание помещений;
9. Регулярная влажная уборка, протирка поверхности дезинфицирующими растворами;
10. Увлажнение воздуха в помещении;
11. Увлажнение слизистой оболочки носа физиологическим раствором;
12. Избегайте большого скопления людей.

Вывод

В анализе литературных источников и результатов пилотного анализа вспышек вирусных инфекций в России за период 2017-2020 годов выявлено – вирусные инфекции приводят к серьезным заболеваниям и смертям. Приведены результаты пилотного исследования литературы и кумулятивное число подтвержденных случаев вирусных инфекций. Неблагоприятное влияние вирусных инфекций на организм человека позволяет говорить о необходимости активизации профилактических мероприятий. Для компенсации латентной инфекции и последствий вирусных инфекций проводятся следующие профилактические мероприятия: прививка или вакцинация – эффективны против определенного возбудителя; ношение одноразовых лечебных масок при контакте с больными лицами (по смене каждые 2 часа); соблюдение личной гигиены; укрепление иммунитета, здоровье, спорт; полноценное и сбалансированное питание с большим количеством витаминов; пить много воды; проветривание; регулярная влажная очистка, протирание поверхности дезинфицирующими растворами; увлажнение воздуха в помещении; использование физиологического раствора для увлажнения слизистой оболочки носа; избегайте большого скопления людей.

При нарушении общего самочувствия необходимо немедленно обратиться к врачу, чтобы получить медицинскую помощь и исключить вирусные инфекции, которые приводят к серьезным заболеваниям и летальным исходам.

Список литературы

1. Инфекционные болезни / Т. Беляева, Е. Шувалова, Е.Змушко, Е. Белозеров. М., 2016.

2. Глобальная программа по гриппу [Электронный ресурс]. URL: <https://www.who.int/topics/influenza/ru/> (дата обращения: 10.05.20).
- Лазарь Яковлевич Зильберберг-Вирусы и вирусные болезни (2011г.).
3. Корь – ситуация в мире [Электронный ресурс]. URL: https://www.who.int/csr/don/26-november-2019-measles-global_situation/ru/ (дата обращения: 10.05.20).
4. Туберкулез [Электронный ресурс]. URL: <https://www.who.int/topics/tuberculosis/ru/>.
5. Коронавирус COVID-19 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.who.int/ru/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019> (дата обращения: 10.05.20).
6. Закстельская Л. Я., Шеболдов А. В. Коронавирусы человека и животных. М.: Медицина, 2017. 224 с.
7. Королев М. Б. Электронномикроскопические методы выявления вирусов // Итоги науки и техники. Серия: Вирусология. Т. 9. Электронная микроскопия вирусов и вирусных инфекций / под ред. М. Б. Королева. М., 2015. С. 114-157.
8. Смородинцев А.А. Реакция торможения гемагглютинации // Иммунологическая диагностика вирусных инфекций / под ред. Т. В. Перадзе и П. Халонева. М.: Медицина, 2011. С. 49-76.
9. Фролов А. Ф., Шевченко Л. Ф., Ширококов В. П. Практическая вирусология. Киев: Здоровья, 2013. С. 82-89.
10. Enhancing Feature Selection Using Word Embeddings: The Case of Flu Surveillance. URL: <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/3038912.3052622> (дата обращения: 11.05.20).
11. Measles: a disease often forgotten but not gone. URL: <https://www.hkmj.org/system/files/hkmj187470.pdf>. (дата обращения: 11.05.20).
12. Measles outbreak–minnesota april–may 2017/ URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5687591/> (дата обращения: 11.05.20).
13. Mortality in severe human immunodeficiency virus-tuberculosis associates with innate immune activation and dysfunction of monocytes. URL: <https://academic.oup.com/cid/article/65/1/73/3089680> (дата обращения: 11.05.20).
14. Diagnosis, treatment, and prevention of 2019 novel coronavirus infection in children: experts' consensus statement. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12519-020-00343-7?fbclid=IwAR0MoYBSb8VRYK9I6W4QH9uU5sbNK4HqIW664hsdiZMAexBE6L3vjkT2Pnw> (дата обращения: 11.05.20).
15. Epidemiology, causes, clinical manifestation and diagnosis, prevention and control of coronavirus disease (COVID-19) during the early outbreak period. URL: <https://link.springer.com/article/10.1186/s40249-020-00646-x> (дата обращения: 11.05.20).

UDC 004.942+007.2+616.99

M. V. Artemenko, M. D. Salieva

Southwest State University, Kursk

PILOT CYBER SIMULATION OF THE SPREAD OF COVID 19

The article discusses pilot modeling of the spread of the SARS-CoV-2 virus, which caused the COVID-19 disease pandemic. The dynamics, amplitude and phase Fourier spectra of temporal trends in propagation monitoring in various countries and continents are considered. Hypothetical assumptions are put forward that the dynamics of the disease is determined by the size of the limited area of distribution and can be the response of the oscillatory link to the impact of the bell-shaped impulse function. The hodograph of the spectral growth function of the morbidity is given, which shows that the characteristic polynomial of the transfer function of the hypothetical response system has the second degree. Analysis of the phase spectral function and hodograph allow us to assume the stability of the cybernetic system that caused and determines the spread of the disease. The necessity of introducing a feedback loop or other corrective links in order to make the propagation system unstable is shown. These links can be preventive and therapeutic measures. It is concluded that the absence of feedback will lead to attenuation of the process of spreading the virus along a bell-shaped exponential, but resistance will not be destroyed (unfavorable in this case). The applied research technique can be useful for modeling the spread of various infectious diseases.

Keywords: COVID-19, pandemic, mathematical modeling.

Coronaviruses are a family of RNA-containing viruses, united into two sub-families that infect humans and animals [3]. For the first time, identified at the end of 2019, the enveloped single-stranded RNA (+) virus SARS-CoV-2 and causing a dangerous infectious disease - COVID-19, is a representative of beta coronaviruses. SARS-CoV-2 caused a pandemic that quickly frolicked around the world in early 2020. The World Health Organization has called the situation a global health emergency [1].

The reproduction index, according to various Centers for Disease Control, ranges between 2 and 5.47. Reproduction index is a dimensionless parameter characterizing the infectiousness of an infectious disease in epidemiology. It is determined by the number of people who will be infected by carriers of the disease who have entered a completely unimmunized environment and in the absence of special epidemiological measures aimed at preventing it (for example, quarantine). If the value is greater than 1, then at the initial stage the number of cases will grow exponentially [2].

The virus was first officially reported in a patient with pneumonia in Wuhan, Hubei province, China. On December 31, 2019, the world health organization was notified of the new virus, which declared the epidemic a pandemic on March 11. At the moment, the origin of the virus is not fully understood, but it is assumed that

this is a mutation of the bat coronavirus and, possibly, another type of virus. This virus is zoonanthropous. That is, the disease caused by it is common for humans and animals [4].

To date, the number of sick people continues to grow. Since the formation of collective immunity is necessary to arrest the disease, the measures taken to prevent the growth of sick people are primarily aimed not at reducing the number of sick people, but at stabilizing its growth in moderate amounts to relieve the health systems of countries [5]. The number of deaths in the world from the SARS-CoV-2 coronavirus by May 18, 2020 amounted to 16% of those who had been ill and 6.6% of those who were diagnosed, the daily mortality rate was 6.9% of those who had been ill (in Russia, respectively, 3.7% from those who had recovered and 0.9% of the detected infected and 3.2% per day from those who had recovered).

At risk are people of the older age group, people with chronic diseases such as diabetes mellitus, cancer and others with a lowered immune response and drug users. The ways of transmission of infection are more often the following ways: “unwashed hands”, airborne droplets, fecal-oral, infected blood [6,7]. Infection can occur both in the form of mild ARVI and complications in a severe form: pneumonia or respiratory failure with high mortality. In most people, the disease ends with recovery, without the use of specific therapeutic measures, while observing measures of isolation and body hygiene.

To date (May 2020), 52,200 papers have been published in the world in 2020 and 5,800 in 2019, dedicated to the problem of combating the new coronavirus infection. The weekly dynamics of articles starting from January 2020 is shown in Figure 1. As you can see, the graph corresponds to the life cycle curve of Gartner's expectations.

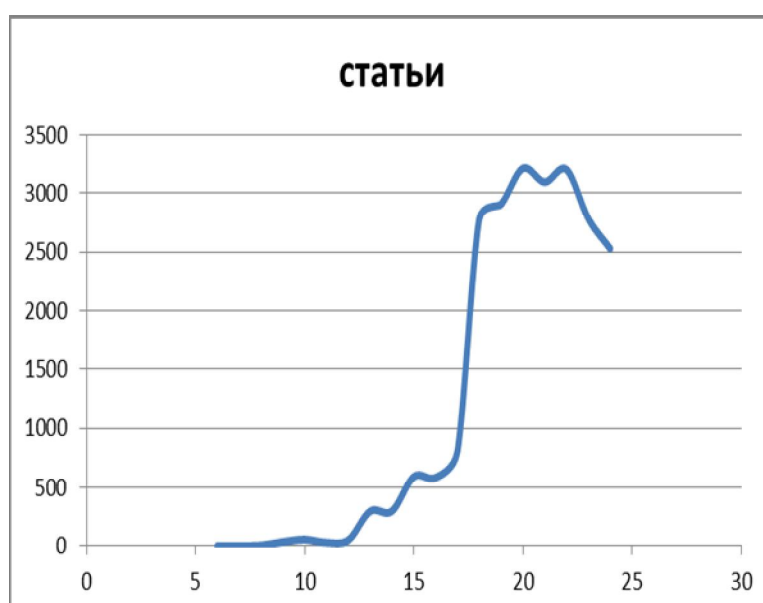


Fig. 1. Weekly dynamics of articles in scientific magazines on subject “COVID 19”

Meanwhile, modeling of the spread of infection has not previously been considered in scientific publications from a cybernetic point of view. Most of the scientific and practical research is devoted to the issues of modeling the economic and social consequences of a pandemic. For example, one of the attempts to use artificial intelligence to predict the spread of a pandemic is presented on the portal <https://nnov.hse.ru/news/357790402.html> (the model includes 19 differential equations, the accuracy of the short-term forecast was 2.5%).

Each country has its own characteristics: biogeographic, population, sociological, ethical, genetic, state, etc. Therefore, the pilot modeling of the course of a pandemic in various countries from the standpoint of cybernetics makes it possible to optimize the formation of management measures for the organization of predictive preventive measures.

Objective of the study: to help improve the quality of predicting the spread of COVID 19 at the initial stage by forming hypotheses characterizing the dynamics of the spread.

For this, at the stage of pilot modeling, it is required to evaluate such aspects of the ongoing process (cybernetic approach) as: stability of the system (propagation), analysis of amplitude and phase spectral characteristics, model of generating impulse action.

The research used the following methods: content analysis of open information sources, spectral analysis, methods of the theory of automatic control.

The essence of the cybernetic approach boils down to the following: let there be some "black box" (geographic region, landscape). The input of the "box" receives some influence, which causes a certain transient process - the "output of the box", reflecting the dynamics of the spread of the disease (in this case, the number of people infected with the virus in the region).

In work [8], for example, the model of the impact on the "black box" by a rectangular impulse is considered, but it is not proved what justifies this particular form of impact. We propose to put forward hypotheses about the form of the generating effect based on the analysis of the spectral functions of the dynamics of the development of infection in the human population.

In [9] stochastic models are considered without substantiating this choice. Methods for analyzing the dynamics of various diseases at the regional level are presented in [10].

We propose a cybernetic approach because it:

- firstly, it allows to evaluate the shape and characteristics of the input action by the behavior of the transient response (output action);
- secondly, this approach is closely related to the synergistic research methodology and system analysis.

For this, at the stage of pilot modeling, such cybernetically characteristics of the ongoing process as: stability of the system (in different countries of the World),

amplitude and phase parameters of the Fourier spectrum, and the model of the generating impulse action were evaluated.

The data for the pilot correlation analysis was formed on the basis of the information presented on the website <https://index.minfin.com.ua/reference/coronavirus/geography/>.

For a comparative analysis, the states were combined into groups:

- Island (Cuba, Great Britain, Japan) - group 1;
- European (Mediterranean - Italy, Spain) - group 2;
- American continents (USA, Brazil) - group 3;
- African countries (at opposite ends of the continent - South Africa, Egypt, Cameroon) - group 4;
- representatives of the post-Soviet space with different ideology and geographic characteristics (Republic of Belarus and Georgia) - group 5;
- representatives of large megapoles in Russia (Moscow, St. Petersburg) - group 6.

Figures 1-6 show graphs showing the dynamics of the development of the pandemic in these groups (and other characteristics). The virus spreads between people and the rate of its spread (the number of detected cases of infection) is determined not so much by the population of countries as by the population density, which largely determines the R_t indicator - the coefficient of infection spread (the average number of people that one patient infects before isolation). Therefore, the graph shows absolute values, not relative ones. All graphs are presented in two forms: the number of detected infected per day (*Infd*) and the cumulative effect (*Infa*). Monitoring range from 15.02.2020 to 12.05.2020.

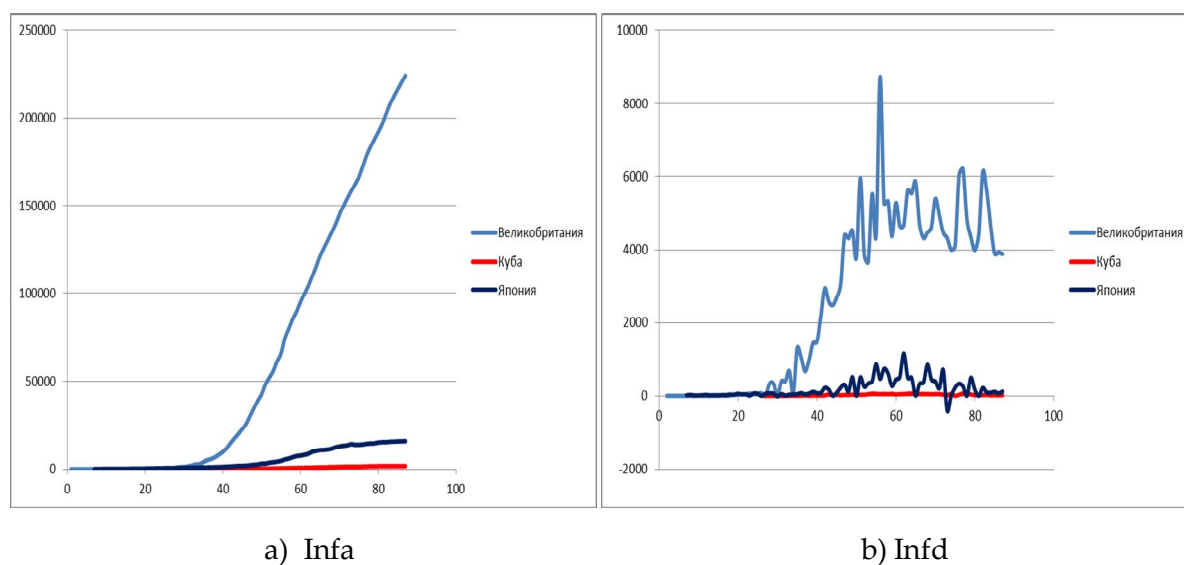
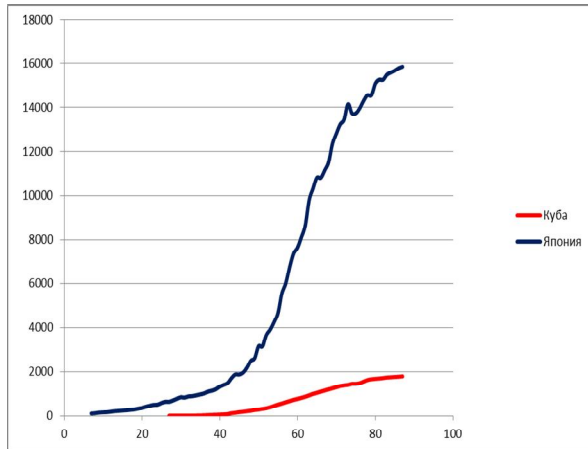
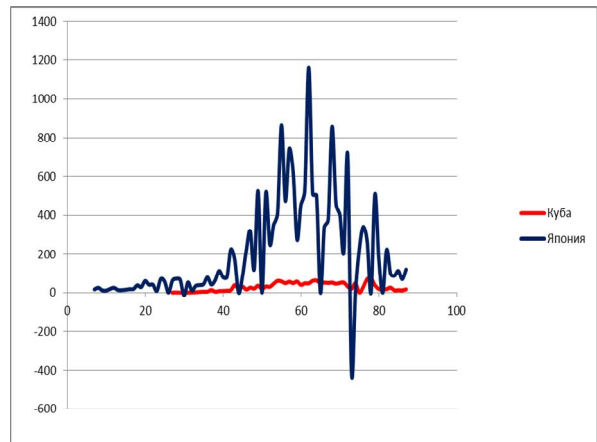


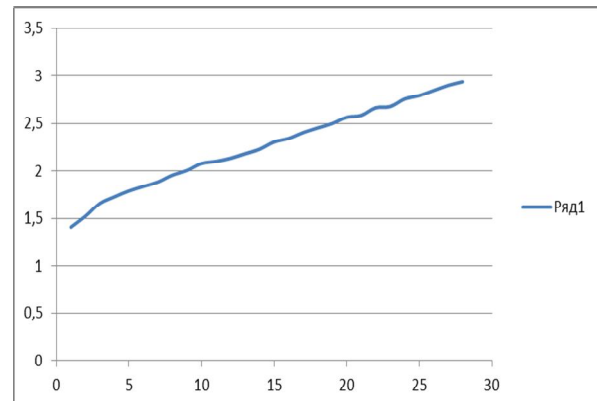
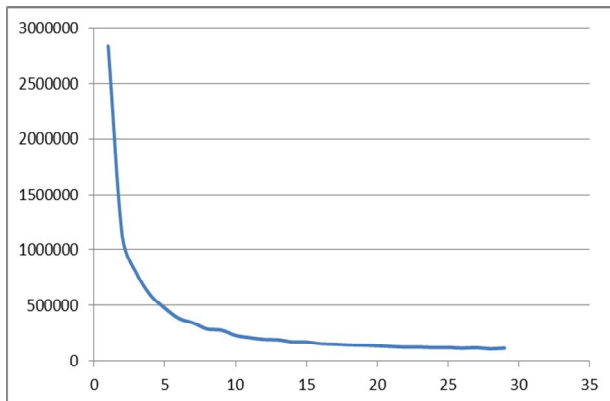
Fig. 2. Dynamics and distribution spectrum of coronavirus group 1



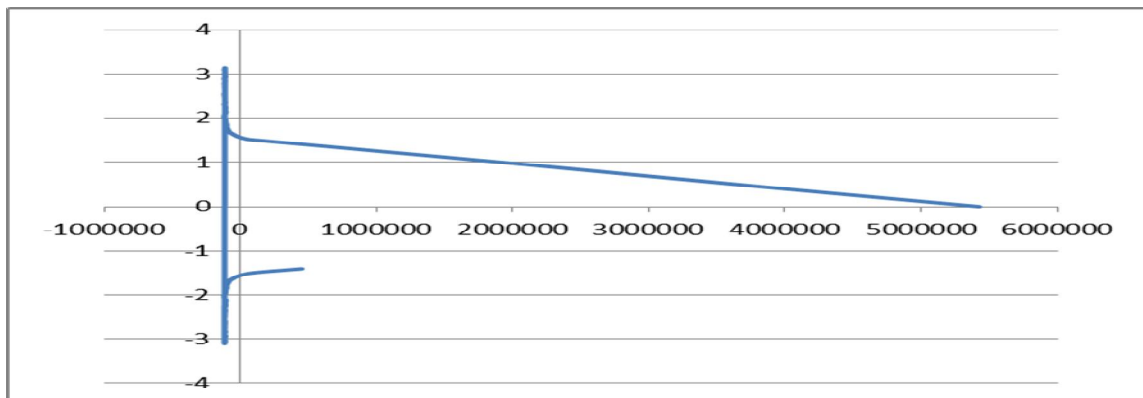
c) Infa



d) Infd)

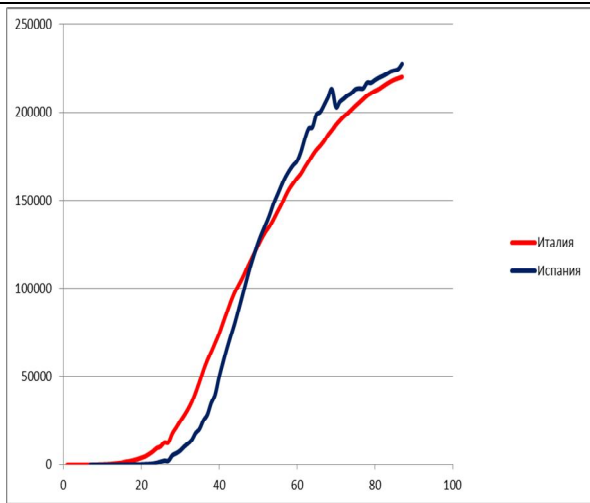


e) amplitude and phase Fourier spectra (UK)

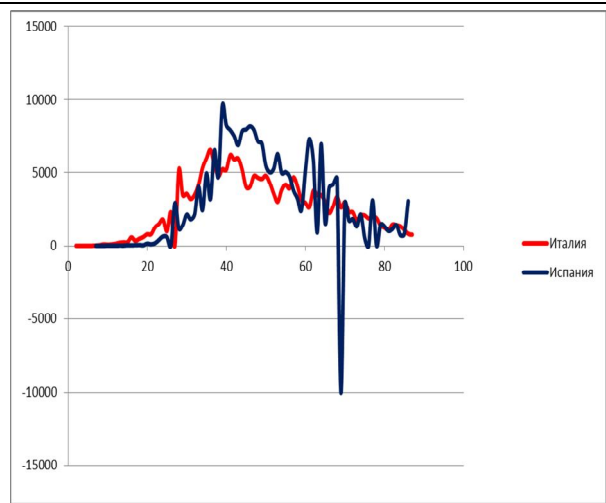


f) hodograph (Japan)

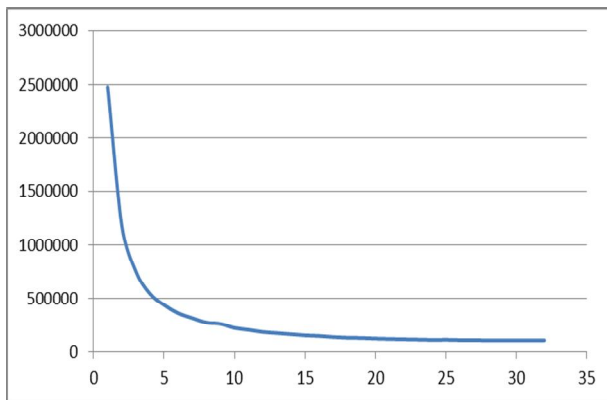
Fig. 2. Dynamics and distribution spectrum of coronavirus group 1



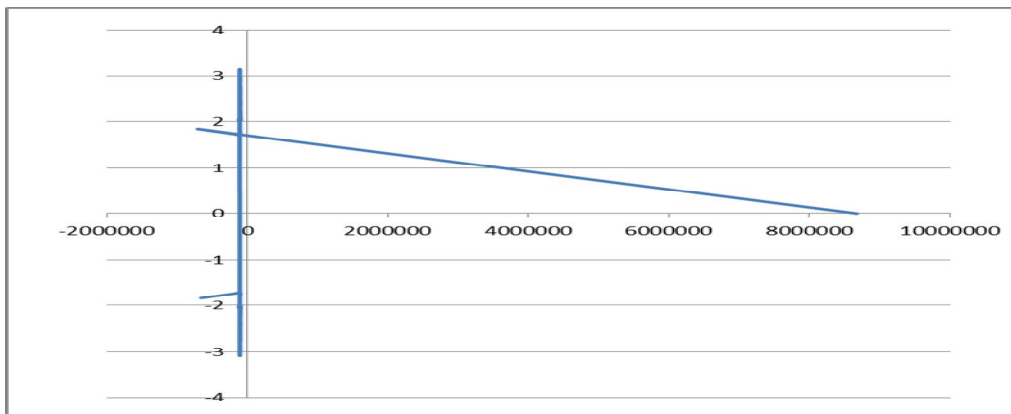
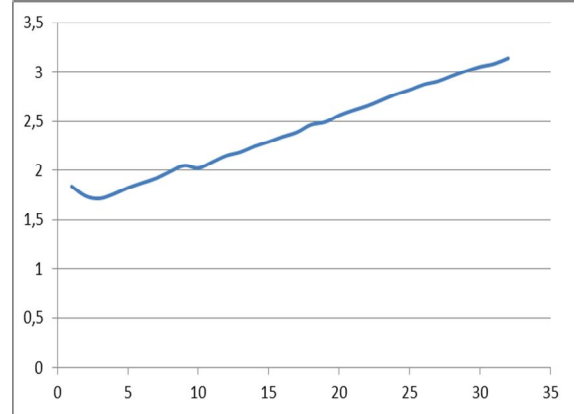
A) Infa



B) Infd

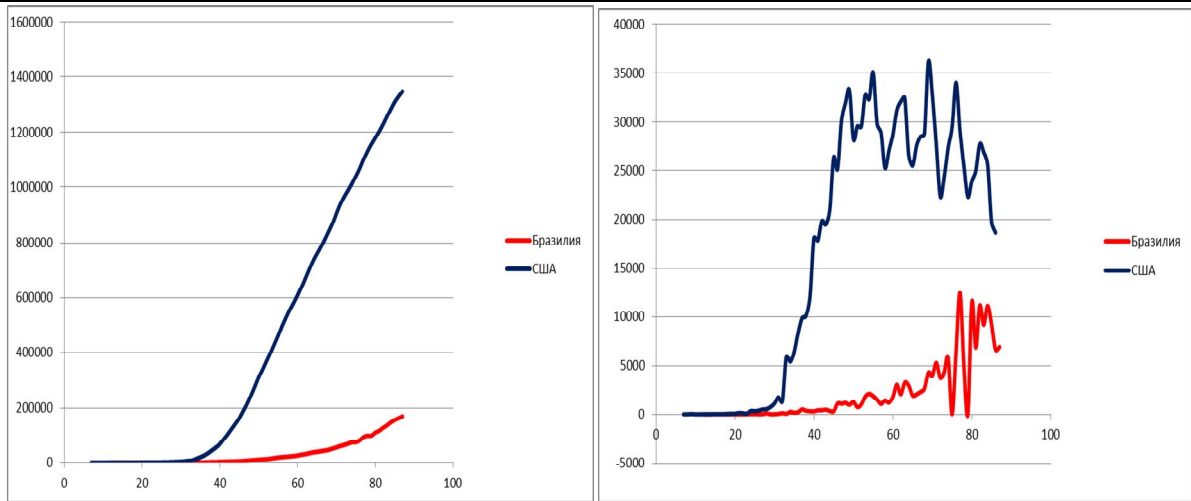


C) amplitude and phase Fourier spectra (Italy)



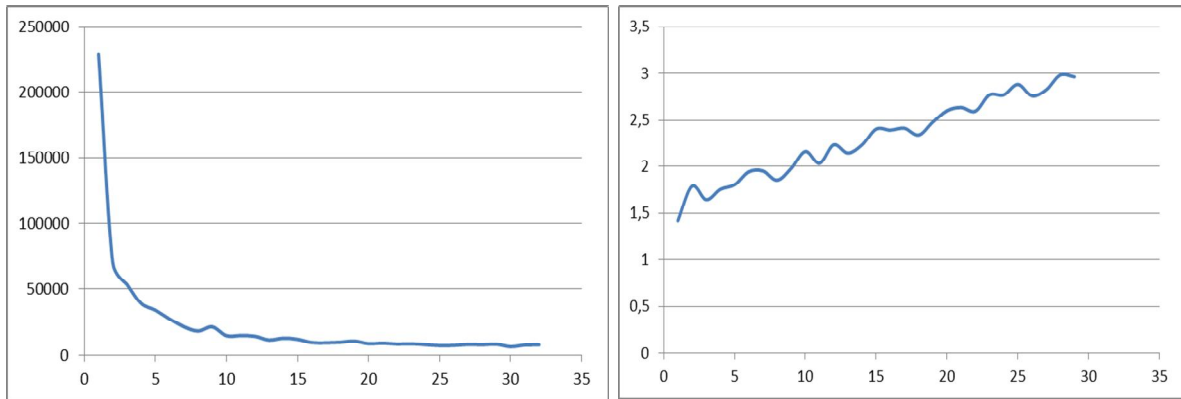
D) hodograph (Italy)

Fig. 3. Dynamics and distribution spectrum of coronavirus group 2

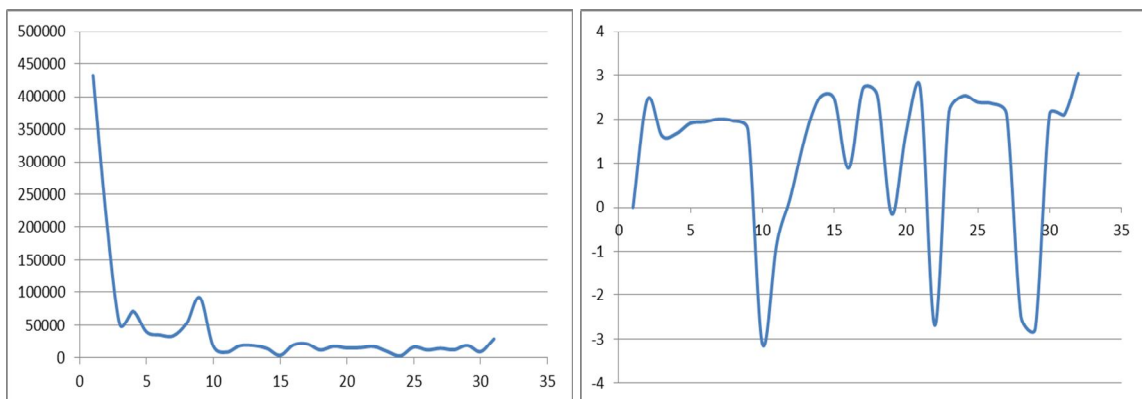


A) Infa

B) Infd

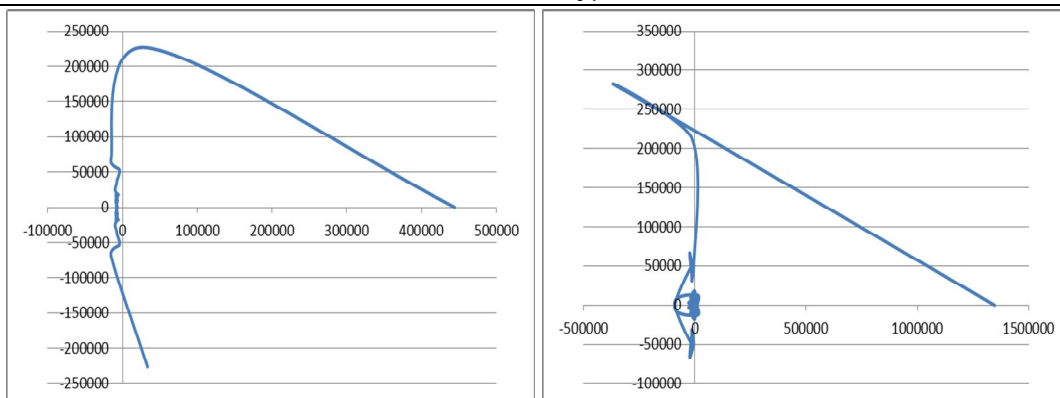


C1) amplitude and phase Fourier spectra *Infa* (USA)



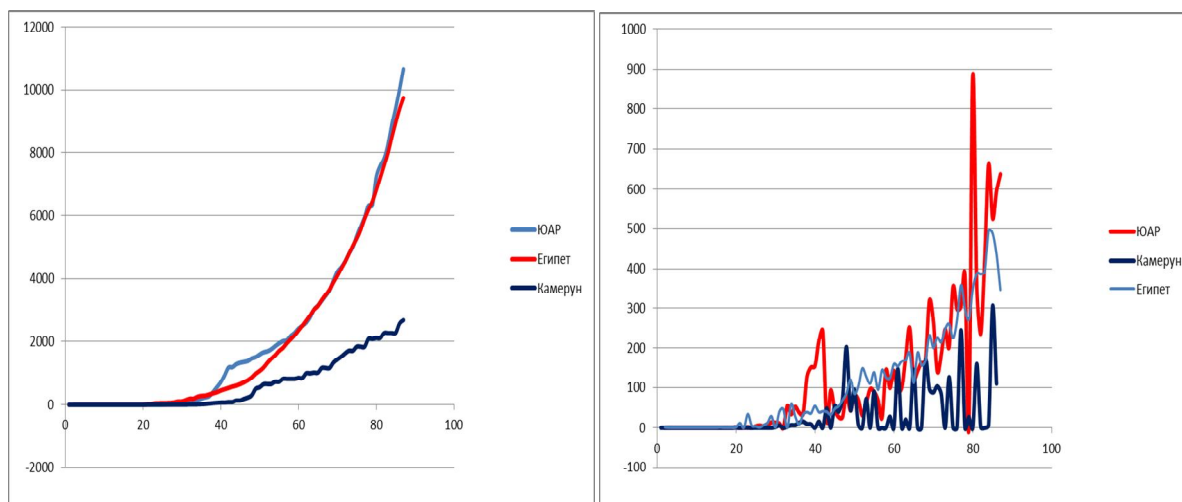
C2) amplitude and phase Fourier spectra *Infd* (USA)

Fig. 4. Dynamics and spectrum of the spread of coronavirus group 3



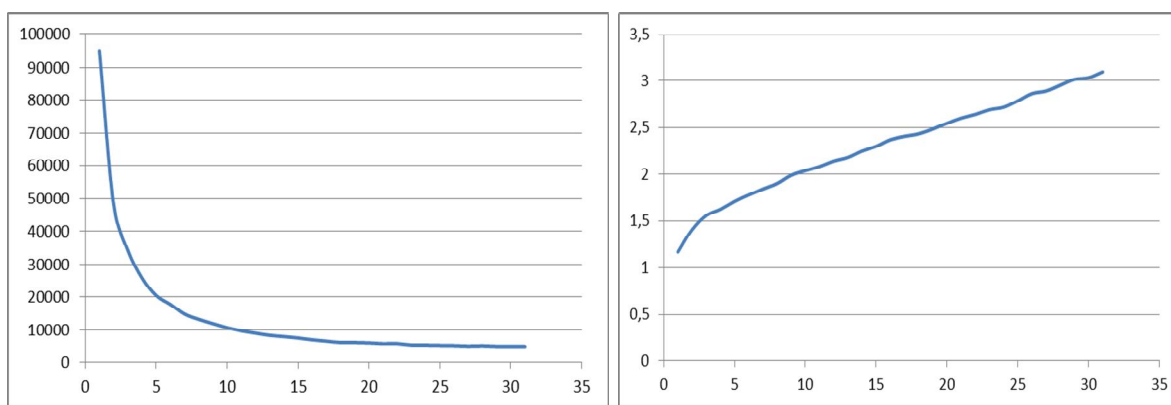
D) hodographs *Infa* and *Infd* (USA)

Fig. 4. Dynamics and spectrum of the spread of coronavirus group 3



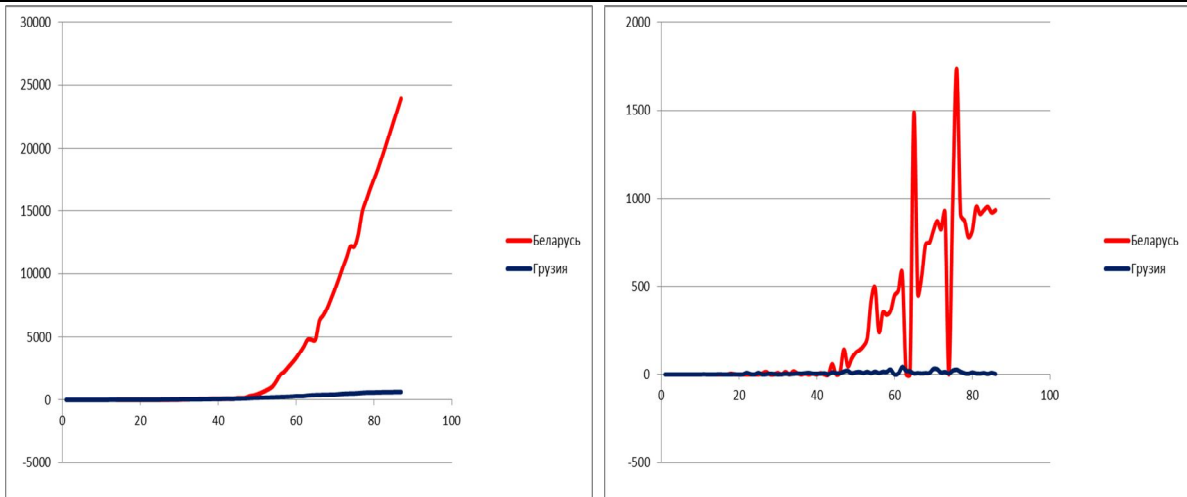
A) *Infa*

B) *Infd*



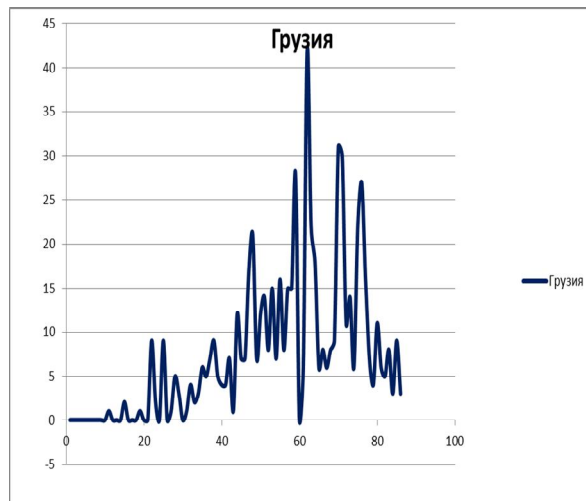
C) amplitude and phase Fourier spectra (Egypt)

Fig. 5. Dynamics and spread of coronavirus group 4

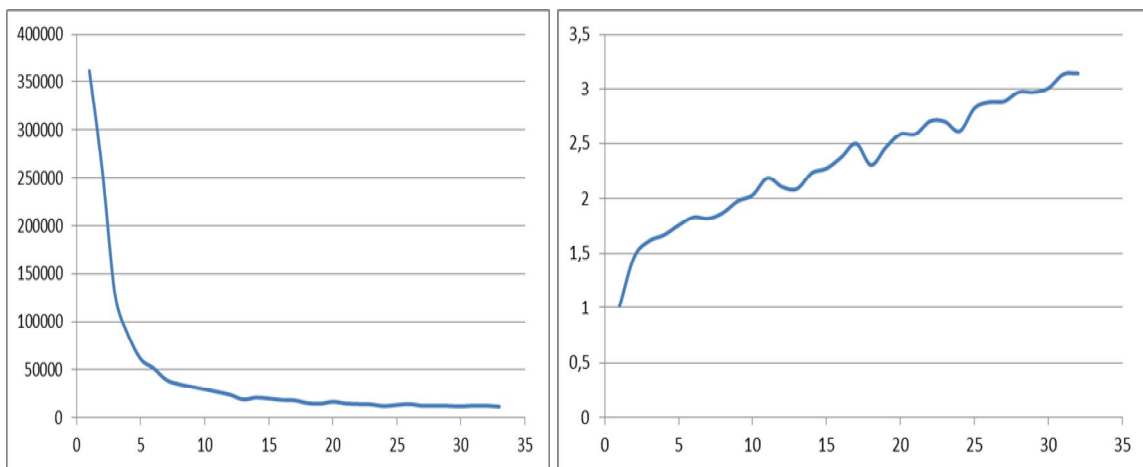


A) Infa

B1) Infd

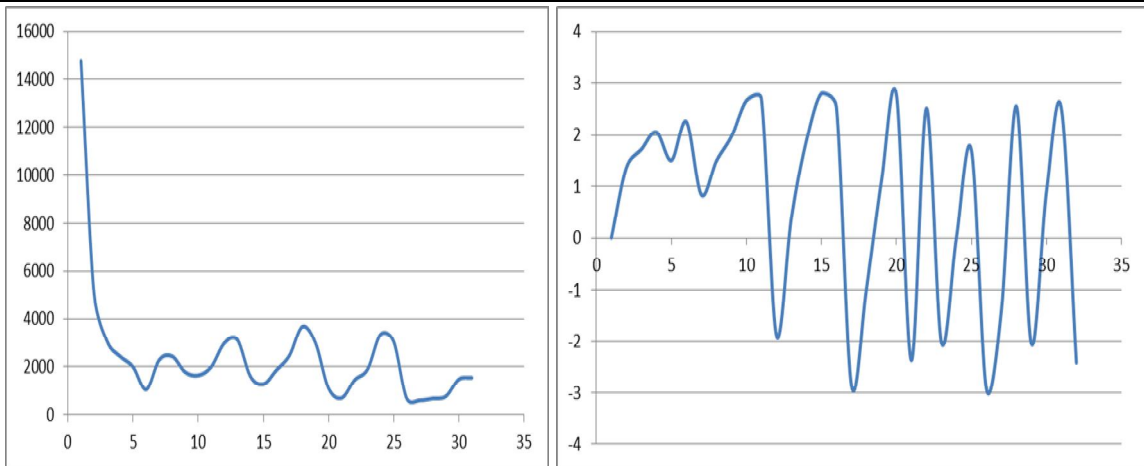


B2) Infd

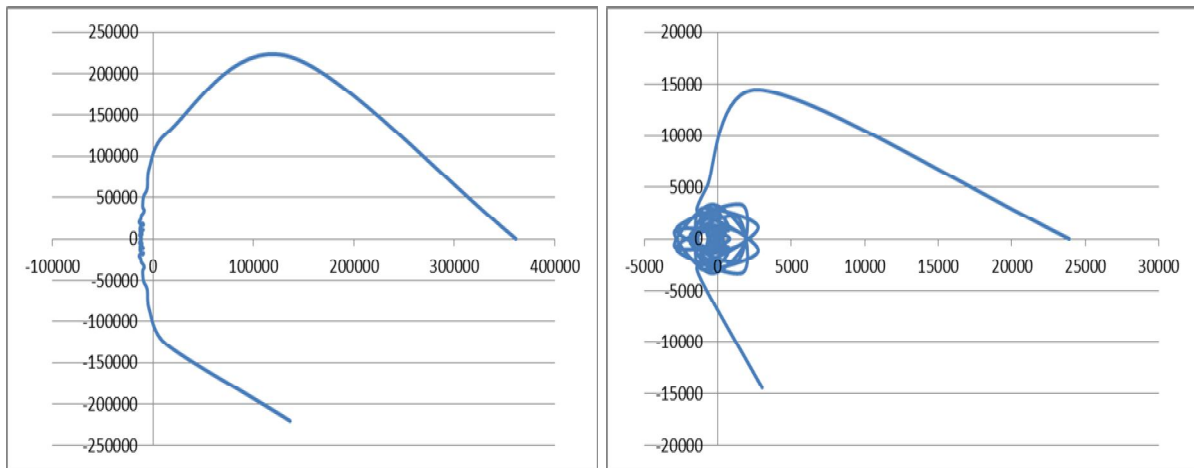


D1) amplitude and phase Fourier spectra *Infa* (Republic of Belarus)

Fig. 6. Dynamics and distribution spectrum of coronavirus group 5

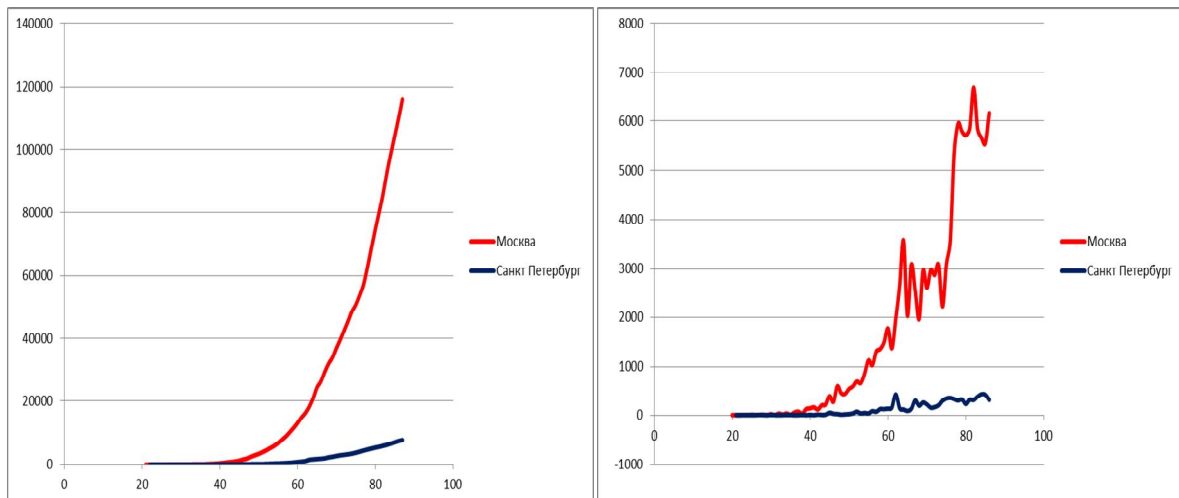


Г2) amplitude and phase Fourier spectra *Infd* (Republic of Belarus)



D) amplitude and phase Fourier spectra *Infa* and *Infd* (Republic of Belarus)

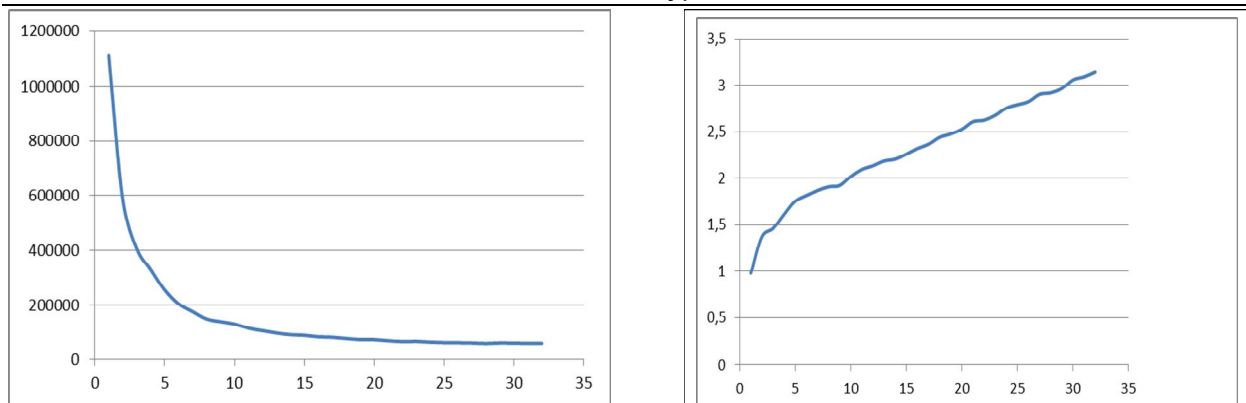
Fig. 6. Dynamics and distribution spectrum of coronavirus group 5



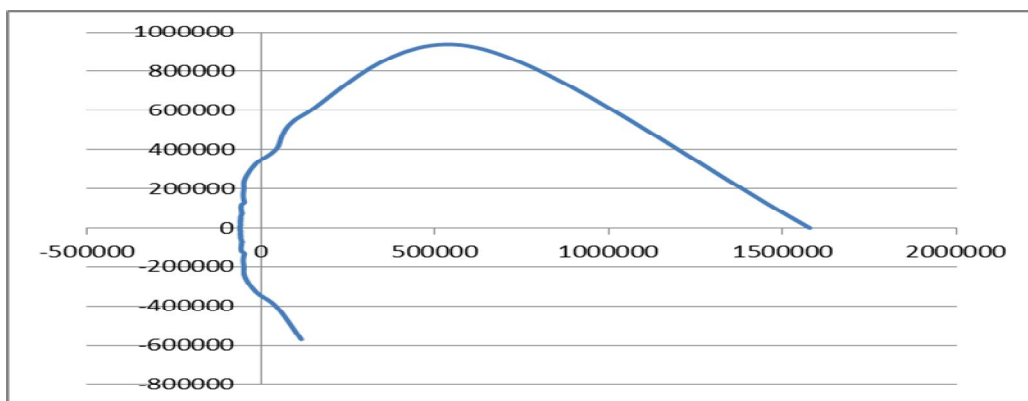
A) *Infa*

B) *Infd*

Fig. 7. Dynamics and spectrum of the spread of coronavirus group 6



C) amplitude and phase Fourier spectra (Moscow)



D) hodograph (Moscow)

Fig. 7. Dynamics and spectrum of the spread of coronavirus group 6

A pilot analysis of the results of the studies presented in the figures leads to the following conclusions:

1. In terms of distribution - the smaller the territory, the less the distribution (that is, not only the population density, but also the size of the territory where the infection is spread is decisive). Indeed, a person's contacts do not depend on density - if it is not living in a confined space, but on society - that is, with whom, when and how, a sick person can contact. Analysis of the phase spectral function and hodograph allow us to assume the stability of the cybernetic system that caused and determines the spread of the disease.

2. The amplitude function of the Fourier frequency spectrum of the spread of the disease resembles a reaction to a bell-shaped pulse generating function: $y(t) = e^{k \cdot t^2} \cdot |\sin(\omega \cdot t + \varphi)|$. The reaction to this effect allows us to assume periodically arising "waves" of the spread of the incidence with a certain period with attenuation in each cycle by a multiple of $e = 2.7$. The period of spread and frequency are determined by the resonant frequency of the "life cycle" of the virus and population immunity of the population in a certain area and the power of popu-

lation immunity, respectively. Note that an artificial increase in the latter can lead to an increase in the number of allergic diseases.

3. The hodographs of the spectral functions the spread of morbidity show that the characteristic polynomial of the transfer function of the hypothetical response system has the second degree.

4. To destabilize the stable spread of an infectious disease, it is necessary to introduce a positive feedback loop (or other corrective links). These links are preventive and therapeutic measures, regulated by administrative measures and "traditional medicine". The absence of such feedback will lead to attenuation of the process spreading the virus along a bell-shaped exponential, but the resistance will not be destroyed (which is unfavorable in this case).

The this applied research technique can be useful for modeling the spread of various infectious diseases.

Reference

1. WHO Director-General's opening remarks at the media briefing on COVID-19 – 11 March 2020 – Вступительное слово генерального директора ВОЗ на брифинге для представителей средств массовой информации по COVID-19. 2020 г., 11 марта.

2. The reproduction number. Department of Health. Australian Government. URL: <https://www1.health.gov.au/internet/publications/publishing.nsf/Content/mathematical-models~mathematical-models-models.htm~mathematical-models-2.2.htm>.

3. Таксономия вирусов (англ.): сайт Международного комитета по таксономии вирусов (ICTV). URL: <https://talk.ictvonline.org/taxonomy/>.

4. WHO, Novel Coronavirus (2019-nCoV). URL: <https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200124-sitrep-4-2019-ncov.pdf>.

5. Реброва О. Ю., Власов В. В., Бащинский С. Е. TWIMC: комментарий ОСДМ о коронавирусной инфекции. ОСДМ. 22 марта 2020.

6. Nicholas J. Beeching, Tom E. Fletcher, Robert Fowler. COVID-19. BMJ Best Practices. BMJ Publishing Group (17 февраля 2020).

7. Yong Zhang, Cao Chen, Shuangli Zhu, Chang Shu, Dongyan Wang. Isolation of 2019-nCoV from a Stool Specimen of a Laboratory-Confirmed Case of the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) (англ.) // China CDC Weekly. 2020-02.

8. Lin Q. A conceptual model for the outbreak of Coronavirus disease 2019 (COVID-19) in Wuhan, China with individual reaction and governmental action //International journal of infectious diseases. 2020.

9. Kucharski A. J. Early dynamics of transmission and control of COVID-19: a mathematical modelling study //The lancet infectious diseases. 2020.

10. Артеменко М. В., Протасова В. В. Методы и средства моделирования влияния экологической напряженности региона здоровья населения: монография / Курск. гос. техн. ун-т; Курский гуманитар.-техн. ин-т. Курск, 2009. 225 с.

УДК 004.891.3

А. А. Трифонов

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Курск

БИОТЕХНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА РЕАБИЛИТАЦИОННОГО ТИПА ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ

Целью исследования является разработка биотехнической системы реабилитационного типа, предназначенной для восстановления двигательной активности мышц пациента посредством биотехнической и биологической обратной связи. Классификационные модели поверхностных сигналов электромиограмм могут быть использованы для создания интеллектуальных систем реабилитации пациентов с неврологическими заболеваниями.

Ключевые слова: биотехническая система реабилитационного типа, экзоскелет, биологическая обратная связь, электромиосигнал, нейроконтроллер, виртуальная реальность.

Введение

В настоящее время во всем мире наблюдается тенденция к увеличению числа пациентов с инсультом. По данным ВОЗ, треть из них являются работниками трудоспособного возраста (до 50-60 лет). Инсульт является основной причиной инвалидности среди взрослых. Поэтому разработка эффективных методов и средств восстановления двигательных функций является актуальной.

Декодеры сигналов центральной нервной системы (ЦНС) используются для контроля реабилитационных процедур или протезов. Наиболее доступным из этих сигналов является сигнал поверхностной электромиограммы (ЭМГ). Сигналы ЭМГ имеют специфическую структуру, характерную для различных типов движений суставов. Распознавание типа движения по сигналу ЭМГ позволяет контролировать различные протезы, экзоскелеты и может быть использовано при разработке интеллектуальных биоинформационных систем [1].

Различные стимулы используются в нашей биотехнической системе для стимуляции сигналов ЭМГ, включая стимуляцию виртуальной реальностью (VR). Эти стимулы возбуждают двигательные нейроны и, в свою оче-

редь, стимулируют потенциалы двигательных единиц (MU) мышц. Наиболее важные части ЭМГ (признаки) должны быть найдены, чтобы различать и классифицировать мышечные движения. Эти признаки представляют текущий сигнал в виде кода с информацией о конкретном движении конечностей. Эта информация декодируется в декодере или классификаторе. Учитывая временные ограничения на расшифровку команды, исследователи предпочитают методы кодирования сигнала EMG во временной области на основе анализа амплитуд сигналов. Основным требованием к коду является его простота приема и скорость его декодирования (классификация команды). Следующие значения во временной области, измеренные как функции времени, используются в качестве знаков: интегральная ЭМГ, например, дисперсия; среднеквадратичное отклонение; длина сигнала; максимальное значение сигнала ЭМГ. Более подробная информация о выборе признаков для классификации приведена в [2].

Структура биотехнической системы. Высокая эффективность вертикализации при проведении реабилитационной терапии при различных неврологических расстройствах доказана клиническим применением. Процесс вертикализации может быть реализован с использованием нейроконтроллера с программным управлением или с использованием биологической обратной связи (BFB) [3]. Сигналы ЭМГ или электроэнцефалосигналы (EES) используются в качестве биологической обратной связи. Биотехнологическая система реабилитационного типа рассмотрена в [1]. Одно из возможных структурных решений с использованием экзоскелета и биологической обратной связи представлено на рисунке 1.

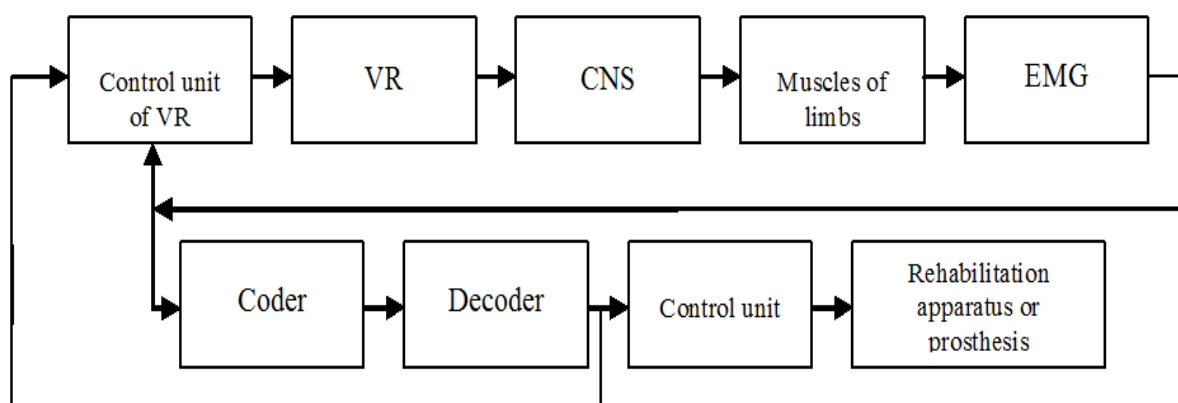


Рис. 1. Структурная схема биотехнической системы с биологической обратной связью

Система работает следующим образом. Пациент пытается встать, в то время как миограф фиксирует ЭМГ. Каждый MU генерирует квазипериодические импульсы, частота повторения которых определяется величиной уси-

лия, выполняющего механическую работу мышцы. Длительность импульсов на порядок меньше периода их повторения.

EMG декодируется декодером в вектор информативных признаков (VIF) для блока управления. Блок управления выполнен в виде нейроконтроллера или нечеткого нейроконтроллера. Он генерирует управляющий вектор на входе экзоскелета и помещает его в вертикальное положение. Пациент наблюдает вектор состояния экзоскелета и мысленно «помогает» экзоскелету привести себя в вертикальное положение. Интенсивность генерируемой ЭМГ зависит от интенсивности «помощи».

Блок формирования виртуальной реальности (VR) используется для обучения пациента, а также для настройки классификатора сигнала ЭМГ. Блок VR включен, чтобы стимулировать калиброванные реакции в биотехнической системе. Блок декодирования распознает реакцию на калиброванное движение в виртуальной реальности через классификаторы нейронных сетей [4]. VR производит следующий клип для управления стимулом. Эти стимулы соответствуют следующим сокращениям мышц (следующее воображаемое движение).

Методы кодирования / декодирования поверхностных ЭМГ. Для управления процедурой реабилитации необходимы модули принятия решений для расшифровки поверхностных ЭМГ. Обученные классификаторы используются в качестве таких модулей принятия решений. Они построены на основе моделей нейронных сетей, моделей нечеткого вывода или гибридных (гетерогенных) моделей [4]. В то же время обучающие выборки для обучения этих классификаторов формируются из базы данных, полученной в результате поискового анализа.

Для разработки методов кодирования ЭМГ мы анализируем процесс генерации этих сигналов. Сигнал EMG должен поступать в декодер, который решает включить исполнительный механизм, соответствующий команде, зашифрованной в этом сигнале. Если рассматривать сервомотор в качестве исполнительного механизма, то командный декодер состоит из двух двухальтернативных классификаторов.

Гипотеза об амплитудной и частотной модуляции ЭМГ используется для кодирования ЭМГ [5]. Соответствующий демодулятор должен быть построен для построения энкодера. Его выходные сигналы используются в качестве пространства информационных функций для соответствующих декодеров. Амплитудные демодуляторы ЭМГ были предложены в [6]. Для их реализации вводятся следующие показатели:

$$RMS = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N x_n^2}, \quad (1)$$

или
$$MAV = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N |x_n|, \quad (2)$$

где N – ширина окна ЭМГ, в котором вычисляется RMS или MAV ; x_n – отсчеты сигнала ЭМГ в этом окне.

Модель декодера определяется моделью кодера. Если декодер основан на модели нейронной сети (NET), то количество входов NET определяется шириной окна N , шагом его движения вдоль сигнала EMG и частотой дискретизации EMG. В свою очередь, выбор N определяется продолжительностью возбуждения МУ работающей мышцы. При условии, что частота дискретизации ЭМГ выбрана при 500 Гц, мы получаем 25 выборок в интервале ширины окна.

Блок-схема устройства для декодирования ЭМГ показана на рисунке 2.

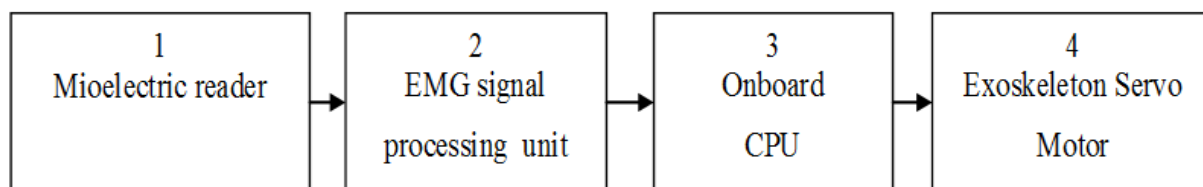


Рис. 2. Структурная схема декодера ЭМГ

Устройство состоит из считывателя 1 микроэлектрода, блока 2 обработки сигнала ЭМГ; бортового процессора 3 и контроллера серводвигателя 4. Миоэлектрический считыватель представляет собой последовательно соединенный электродный блок, биопотенциальный усилитель, микрокомпьютер, первый адаптер BlueTooth, который подключен через радио ко второму адаптеру BlueTooth, который подключен к компьютеру. Блок электродов включает в себя три электрода. Они снимают биопотенциалы с поверхности кожи. Эти биопотенциалы содержат много помех (постоянные электрохимические потенциалы электродов, помехи от электромагнитных волн: сотовая связь, электросеть, телевидение, радио и т. д.). Усилитель биопотенциала необходим для усиления сигнала и очистки его от помех. Усилитель биопотенциала построен по дифференциальной схеме. Это устраняет синфазные помехи. Фильтры для фильтрации синфазных помех также предусмотрены внутри усилителя. Усилитель биопотенциала может быть реализован на одном кристалле как AD8232.

После прохождения сигнала через фильтры усилителя биопотенциала его необходимо оцифровать и отформатировать в соответствии со спецификациями адаптера BlueTooth для передачи по воздуху. Микрокомпьютер (микроконтроллер) выполняет эту работу. Микроконтроллер преобразует сигнал из аналоговой в цифровую форму благодаря встроенному модулю АЦП. Цифровой сигнал от микрокомпьютера формируется в кадры и подает-

ся в адаптер Bluetooth для передачи по беспроводной сети в соответствии с протоколами Bluetooth. Радиоканал обеспечивает мобильность устройства и его электробезопасность. Далее сигнал поступает на второй адаптер Bluetooth на боковой панели компьютера, а затем прямо в компьютер. Компьютер регистрирует сигналы, декодирует их, распознает данные и визуализирует их на экране. Блок питания обеспечивает устройство энергией.

Исследование выполнено при поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-38-90112.

Список литературы

1. Кодовые образы сигналов электроэнцефалограммы для управления робототехническими устройствами посредством интерфейса мозг-компьютер / С. А. Филист, Е. В. Петрунина, А. А. Трифонов, А. В. Серебровский // Моделирование, оптимизация и информационные технологии: научный журнал. 2019. Т. 7, № 1. С. 67-79. URL: <http://moit.vivt.ru/> (doi: 10.26102/2310-6018/2019.24.1.025).

2. Биотехническая система с виртуальной реальностью в реабилитационных комплексах с искусственными обратными связями / А. А. Трифонов, Е. В. Петрунина, С. А. Филист, А. А. Кузьмин, В. В. Жилин // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2019. № 9(4). С. 49-66.

3. Аль-Бареда А. Я. С., Брежнева А. Н., Томакова Р. А. Алгоритмы синтеза оптимального управления в биотехнических системах реабилитационного типа на основе технологий нейронных сетей // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2018. Т. 17, № 3. С. 750-754.

4. Филист С. А., Шаталова О. В., Ефремов М. А. Гибридная нейронная сеть с макрослоями для медицинских приложений // Нейрокомпьютеры. Разработка и применение. 2014. № 6. С. 35-39.

5. Предикторы синхронности системных ритмов живых систем для классификаторов их функциональных состояний / Т. В. Петрова, С. А. Филист, С. В. Дегтярев, А. В. Киселев, О. В. Шаталова // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2018. Т. 17, № 3. С. 693-700.

6. Patent US, 20150370333 A1, G 06 F 3/01. Systems, devices, and methods for gesture identification / Atae Pedram, Aleem Idris S.; applicant: Thalmic Labs Inc. - Appl. No.: 14/737,081, Filed: Jun. 11, 2015, Pub. Date: Dec. 24, 2015. - 27 p.: fig.

УДК 616.13.002.2+004.6

А. И. Стороженко, А. В. Быков, Н. А. Корневский

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Курск

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ СТРУКТУР ГОЛОВНОГО МОЗГА
В ПРОЦЕССЕ РЕАБИЛИТАЦИИ БОЛЬНЫХ С НЕВРОЛОГИЧЕСКИМИ
ЗАБОЛЕВАНИЯМИ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО
ИНТЕЛЛЕКТА**

В работе рассматривается повышение эффективности оказания медицинской помощи пациентам с дезинтеграцией регуляторных функций центральной нервной системы и аффлекторно-эффлекторных механизмов взаимодействия периферических органов в рамках мультифокального атеросклероза (МФА) с помощью синтеза решающих правил.

Ключевые слова: мультифокальный атеросклероз, математическое моделирование, диагностика, реабилитация, системы поддержки принятия решений, автоматизированная система.

Одной из актуальных проблем текущего десятилетия является реабилитация пациентов с мультифокальным атеросклерозом (МФА), осложненным выраженной хронической сосудисто-мозговой недостаточностью (ХСМН) и хронической ишемией нижних конечностей (ХИНК). Изучаемые патологические состояния сопряжены с высокими показателями смертности и широко распространены на территории Российской Федерации и в мире в целом, уступая только ишемическим болезням сердца (ИБС), хронической сердечной недостаточности (ХСН) и онкологическим заболеваниям. Нарушение социальной адаптации из-за инвалидизации пациентов, высокая смертность в этой группе (до 50 %) являются следствием неуправляемых ишемических процессов и дезорганизации взаимодействия ЦНС и периферических систем органов.

Это несложно обосновывается, так как ретикулярная формация (РФ) головного мозга распределяется во всех его структурах, особенно важно взаимодействия на уровне продолговатого мозга, в котором сосредоточен сосудисто-двигательный центр и имидозолиновые рецепторы I [5,7]. Активация РФ с тенденцией уменьшения мышечного тонуса в нижних конечностях происходит в ночное время. Однако ишемия головного мозга не позволяет полноценно выполнить эту функцию, и как результат скелетные мышцы не расслабляются и параллельно идёт антагонистическое влияние на сосудисто-двигательный центр (СДЦ) [6]. При ХИНК 3-й степени имеет место болевой синдром покоя, который также максимален в ночное время, стимулируемый головным мозгом из-за избыточного лактата (анаэробный путь окисления

глюкозы в условиях гипоксии) с целью расширения сосудов под действием парасимпатки [8].

Но парадоксальная реакция РФ и выраженный болевой синдром влияют на СДЦ таким образом, что в приоритете становится усиление симпатических реакций, приводящих к нарастанию спазма периферических артерий и вен, провоцируя А-В шунтирование в проксимальных отделах нижних конечностей [9]. В итоге происходит прямой рост ишемии в нижних конечностях и опосредованный в головном мозге. Формирование порочного замкнутого круга лишает возможностей для полноценной реабилитации пациентов с сочетанной ишемической патологией. Соответственно дифференцированный подход к комплексной реабилитации и лечению больных сочетанной ишемической патологией регуляторной системы и эффекторных органов (нижние конечности) снизит частоту инвалидизирующих ситуаций и смертность, восстанавливая механизм реверберации информации в всех направлениях. Исходя из этого появляется необходимость создания и внедрения в практическую деятельность врачей таких специальностей, как невролог, сосудистый хирург, ангионевролог, нейрохирург современных информационных технологий на базе искусственного интеллекта.

Цель нашего исследования – повышение эффективности оказания медицинской помощи пациентам с дезинтеграцией регуляторных функций ЦНС и аффлекторно-эффекторных механизмов взаимодействия периферических органов в рамках мультифокального атеросклероза (МФА).

Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих задач:

- провести разведочный анализ признакового пространства, классов состояний и выбрать математический аппарат, позволяющий сформировать выборку и решающие правила в исследовании;
- выбрать рациональный состав признаков и алфавит классов состояний в исследовании;
- синтез частных решающих правил для оценки интегральных признаков нарушений регуляторных функций головного мозга;
- синтез частных решающих правил для оценки интегральных признаков нарушений ишемических нарушений головного мозга;
- синтез частных решающих правил для оценки интегральных признаков нарушений ишемических нарушений нижних конечностей;
- синтез частных решающих правил для оценки интегральных признаков нарушений двигательных функций нижних конечностей;
- синтез финальных решающих правил для оценки степени нарушений автономной регуляции головным мозгом периферических двигательных функций (САРГОМ ПДФ);

– разработать алгоритм адаптивного выбора методов лечебно-реабилитационных мероприятий при МФА с учётом степени нарушений автономной регуляции головным мозгом периферических двигательных функций (САРГОМ ПДФ).

Исследование проводилось в 3 этапа. Результаты первого этапа позволили вывести рациональный состав признаков и алфавит классов состояний, необходимых для исследования. На втором этапе были разработаны частные решающие правила для формирования финального решающего правила степени нарушения автономной регуляции головного мозга периферических двигательных функций. На последнем этапе были выведены схемы комплексной реабилитации для пациентов с мультифокальным атеросклерозом.

В на основе базовой математической модели, используемой в работах [1, 2, 3, 4], было предложено к использованию следующее выражение:

$$UGMA = F(OKI, IMI, LMI), \quad (1)$$

где $UGMA$ – синтезированный критерий дифференцированного отбора пациентов с МФА; OKI – уверенность в появлении и развитии ишемии, определяемая по показателю комплексной реабилитации; IMI – уверенность в появлении и ишемии по данным инструментальных исследований; LMI – уверенность в появлении и развитии ишемии по данным лабораторных исследований.

С учетом того, что каждый из показателей увеличивает уверенность в том, что у обследуемого разовьется ишемия головного мозга, базовая прогностическая модель согласно рекомендациям [10,11], описывается итерационной формулой вида

$$UI(q+1) = UI(q) + \mu_{\omega 1}(X_{i+1}) [1 - UI(q)], \quad (2)$$

где q – номер итерации; $UI(1) = \mu_{\omega 1}(X_1)$.

Кроме признаков из традиционно используемых в медицинской практике, эксперты предложили проанализировать целесообразность и возможность использования признаков в построении комбинированных решающих правил.

Проведенными исследованиями было установлено, что есть целесообразность ввести промежуточные правила перед формированием финального правила степени автономной регуляции головного мозга периферических двигательных функций (САРГОМ ПДФ).

Таким образом, экспертами были выбраны следующие решающие правила:

1. Степень ишемии ГМ (LIB).
2. Степень нарушения регуляции ЦНС (LINS).
3. Степень нарушения мышечной активности НК (LIM).

4. Степень ишемии НК (UST).

Для признака LIB с учетом рекомендаций по синтезу гибридных нечетких решающих правил, были выбраны следующие параметры:

$\mu_{\dot{\omega}1}(X_1)$ – показатель комплексной реабилитации(ПКР);

$\mu_{\dot{\omega}1}(X_4)$ Инструментальные показатели (УЗИ БЦА),

$\mu_{\dot{\omega}1}(X_5)$ Инструментальные показатели(РЭГ)),

$\mu_{\dot{\omega}1}(X_8)$ Лабораторные показатели

LIB определяется следующими агрегирующими решающими правилами:

$$\mu_{\dot{\omega}2}(Z_1) = \mu_{\dot{\omega}2}(\text{LIB}) = \mu_{\dot{\omega}2}(Y_1) + \mu_{\dot{\omega}2}(Y_2) - \mu_{\dot{\omega}2}(Y_1) \cdot \mu_{\dot{\omega}2}(Y_2); \quad (2)$$

$$\mu_{\dot{\omega}2}(Y_1) = \mu_{\dot{\omega}1}(X_1) + \mu_{\dot{\omega}1}(X_4) - \mu_{\dot{\omega}1}(X_1) \cdot \mu_{\dot{\omega}1}(X_4); \quad (3)$$

$$\mu_{\dot{\omega}2}(Y_2) = \mu_{\dot{\omega}1}(X_5) + \mu_{\dot{\omega}1}(X_8) - \mu_{\dot{\omega}1}(X_5) \cdot \mu_{\dot{\omega}1}(X_8). \quad (4)$$

Для признака LINS с учетом рекомендаций по синтезу гибридных нечетких решающих правил были выбраны следующие параметры:

$\mu_{\dot{\omega}1}(X_1)$ – показатель комплексной реабилитации(ПКР);

$\mu_{\dot{\omega}1}(X_2)$ – инструментальные показатели(ЭЭГ));

$\mu_{\dot{\omega}1}(X_4)$ – инструментальные показатели (УЗИ БЦА);

$\mu_{\dot{\omega}1}(X_5)$ – инструментальные показатели(РЭГ));

$\mu_{\dot{\omega}1}(X_6)$ – инструментальные показатели(РВГ)).

LINS определяется следующим агрегирующими решающими правилами:

$$\mu_{\dot{\omega}2}(Z_2) = \mu_{\dot{\omega}2}(\text{LINS}) = \mu_{\dot{\omega}2}(Y_3) + \mu_{\dot{\omega}2}(Y_4) - \mu_{\dot{\omega}2}(Y_3) \cdot \mu_{\dot{\omega}2}(Y_4); \quad (5)$$

$$\mu_{\dot{\omega}2}(Y_3) = \mu_{\dot{\omega}1}(X_1) + \mu_{\dot{\omega}1}(X_2) - \mu_{\dot{\omega}1}(X_1) \cdot \mu_{\dot{\omega}1}(X_2); \quad (6)$$

$$\mu_{\dot{\omega}2}(Y_4) = \mu_{\dot{\omega}1}(X_4) + \mu_{\dot{\omega}1}(X_5) + \mu_{\dot{\omega}1}(X_6) - \mu_{\dot{\omega}1}(X_4) \cdot \mu_{\dot{\omega}1}(X_5) - \mu_{\dot{\omega}1}(X_4) \cdot \mu_{\dot{\omega}1}(X_6) - \mu_{\dot{\omega}1}(X_5) \cdot \mu_{\dot{\omega}1}(X_6) + \mu_{\dot{\omega}1}(X_4) \cdot \mu_{\dot{\omega}1}(X_5) \cdot \mu_{\dot{\omega}1}(X_6). \quad (7)$$

Для признака LIM с учетом рекомендаций по синтезу гибридных нечетких решающих правил были выбраны следующие параметры:

$\mu_{\dot{\omega}1}(X_1)$ – показатель комплексной реабилитации(ПКР);

$\mu_{\dot{\omega}1}(X_2)$ – инструментальные показатели(ЭЭГ);

$\mu_{\dot{\omega}1}(X_3)$ – инструментальные показатели (НМГ))

LIM определяется следующим агрегирующим решающим правилом:

$$\mu_{\dot{\omega}2}(Z_3) = \mu_{\dot{\omega}2}(\text{LIM}) = \mu_{\dot{\omega}1}(X_1) + \mu_{\dot{\omega}1}(X_2) + \mu_{\dot{\omega}1}(X_3) - \mu_{\dot{\omega}1}(X_1) \cdot \mu_{\dot{\omega}1}(X_2) - \mu_{\dot{\omega}1}(X_1) \cdot \mu_{\dot{\omega}1}(X_3) - \mu_{\dot{\omega}1}(X_2) \cdot \mu_{\dot{\omega}1}(X_3) + \mu_{\dot{\omega}1}(X_1) \cdot \mu_{\dot{\omega}1}(X_2) \cdot \mu_{\dot{\omega}1}(X_3). \quad (8)$$

Для признака UST с учетом рекомендаций по синтезу гибридных нечетких решающих правил были выбраны следующие параметры:

$\mu_{\dot{\omega}1}(X_1)$ – показатель комплексной реабилитации (ПКР);

$\mu_{\dot{\omega}1}(X_6)$ – инструментальные показатели (РВГ),

$\mu_{\dot{\omega}_1}(X_7)$ – инструментальные показатели (УЗИ НК),

$\mu_{\dot{\omega}_1}(X_8)$ – лабораторные показатели.

UST определяется следующими агрегирующими решающими правилами

$$\mu_{\dot{\omega}_2}(Z_4)\mu_{\dot{\omega}_2}(UST) = \mu_{\dot{\omega}_2}(Y_5) + \mu_{\dot{\omega}_2}(Y_6) - \mu_{\dot{\omega}_2}(Y_5) \cdot \mu_{\dot{\omega}_2}(Y_6); \quad (9)$$

$$\mu_{\dot{\omega}_2}(Y_5) = \mu_{\dot{\omega}_1}(X_1) + \mu_{\dot{\omega}_1}(X_6) - \mu_{\dot{\omega}_1}(X_1) \cdot \mu_{\dot{\omega}_1}(X_6); \quad (10)$$

$$\mu_{\dot{\omega}_2}(Y_6) = \mu_{\dot{\omega}_1}(X_7) + \mu_{\dot{\omega}_1}(X_8) - \mu_{\dot{\omega}_1}(X_7) \cdot \mu_{\dot{\omega}_1}(X_8). \quad (11)$$

С учетом того, что каждый из выбранных показателей увеличивает уверенность в том, что у обследуемого разовьются нарушения автономной регуляции головного мозга периферических двигательных функций, базовая прогностическая модель описывается итерационной формулой следующего вида:

$$\begin{aligned} \text{САРГОМ ПДФ}(q+1) &= \\ &= \text{САРГОМ ПДФ}(q) + \mu_{\dot{\omega}_2}(Z_{i+1}) [1 - \text{САРГОМ ПДФ}(q)], \end{aligned} \quad (12)$$

где q – номер итерации; $\text{САРГОМ ПДФ}(1) = \mu_{\dot{\omega}_2}(Z_1)$.

На последнем этапе исследования была сформирована выборка, по которой были рассчитаны показатели диагностической специфичности и чувствительности. Оба показателя превысили значение 0,85, что позволяет рекомендовать внедрение в медицинскую практику.

Таким образом, предложенные модели классов состояний, характеризующих как частные решающие правила по ишемическому и интеграционному механизмам нарушений головного мозга и нижних конечностей, а также алгоритм реабилитации пациентов с МФА позволяют своевременно производить коррекцию выявленных нарушений с последующей компенсацией автономной регуляции ЦНС и периферических двигательных функций.

Список литературы

1. Быков А. В., Корневский Н. А., Емельянов С. Г. Прогнозирование степени тяжести развития ишемического процесса в сердце, головном мозге и нижних конечностях на основе нечетких моделей // Биомедицинская радиоэлектроника. 2016. № 9. С. 4-9.

2. Интеллектуальная и информационная поддержка ведения пациентов с хроническими облитерирующими заболеваниями артерий нижних конечностей / А. В. Быков, С. А. Пархоменко, Л. В. Стародубцева [и др.] // Электронный научно-образовательный вестник «Здоровье и образование в XXI веке». 2017. Т. 19, № 12. С. 68-70.

3. Быков А. В., Корневский Н. А., Устинов А. Г. Нечеткий алгоритм прогноза развития ишемической болезни конечностей для различных этапов ведения пациента // Известия Юго-Западного государственного университе-

та. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2016. № 2(19). С. 142-155.

4. Оценка уверенности в развитии гангрены нижних конечностей на основе моделей Г. Раша и Е. Шортлифа / А. В. Быков, С. А. Пархоменко, А. В. Бойцов, И. И. Хрипина // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2017. Т. 16, № 4. С. 878-883.

5. Вильчинская Л. П. Конституциональные особенности при сосудистых заболеваниях головного мозга. М., 2006.

6. Власов Е., Байбаков С. Атлас нормальной анатомии магнитно-резонансной и компьютерной томографии головного мозга. М.: Litres, 2017.

7. Гайворонский А., Байбаков С., Гайворонский И. Функционально-клиническая анатомия головного мозга. М.: Litres, 2017.

8. Гасанова И. Х., Куница В. Н., Гасанли З. Х. Сосудистый компонент в сосудистых сплетениях желудочков головного мозга // Наука и образование: новое время. 2018. № 4.

9. Дамулин И. В. Когнитивные нарушения при сосудистых заболеваниях головного мозга: некоторые аспекты диагностики и терапии // Фарматека. 2011. Т. 19. С. 30-35.

10. Метод синтеза гибридных нечетких моделей принятия решений по оценке состояния и управлению биотехническими системами / Н. А. Корневский, В. В. Серебровский, К. В. Разумова, И. И. Хрипина // Биомедицинская радиоэлектроника. 2016. № 9. С. 68-74.

11. Метод синтеза нечетких решающих правил на основе моделей системных взаимосвязей для решения задач прогнозирования и диагностики заболеваний / Н. А. Корневский, М. В. Артеменко, В. Я. Провоторов, Л. А. Новиков // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2014. Т. 13, № 4. С. 881-886.

УДК 004.9

Л. В. Стародубцева¹, Д. А. Медников¹, Е. Н. Корневская²

¹ ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Курск

² Донецкий национальный технический университет, Донецк

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПСИХИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ ЮГО-ЗАПАДНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Целью работы является исследование психических функций человека на основе методов и технических средств, разработанных учеными ЮЗГУ и КГМУ. В результате ис-

следования были усовершенствованы методы психологических исследований от специализированных устройств автоматического предъявления тестовой информации и оценки соответствующих психических функций до разработки интеллектуальных приборов, что внесло значительный вклад как в разработку приборного обеспечения психологических исследований, так и в развитие психологической науки.

Ключевые слова: история, психические функции и их свойства, специализированные приборы, количественная оценка, когнитивные нарушения.

Вопросами оценки психических функций человека занимаются специалисты из различных сфер человеческой деятельности психологии, психиатрии, медицины, педагогики, социологии и др. В мире разработано огромное число методов, методик и технических средств для оценки психических функций человека и их свойств [1, 13, 14].

В данной работе описываются методы и технические средства, разработанные в Юго-Западном государственном университете (ЮЗГУ) при тесном содружестве завкафедрой биомедицинской инженерии (БМИ) Кореневского Н. А. с профессором Курского государственного медицинского университета, доктором медицинских наук Плотниковым В. В. При разработке методов и технических средств психологического тестирования профессор Плотников В.В. выдвинул идею разработки методик определения и тестирования основных свойств психических функций человека. В таком варианте, подбирая соответствующие батареи тестов, можно смоделировать нагрузку на психику человека от любого вида деятельности. Следуя этой идее, В. В. Плотников разработал методики оценки зрительного и слухового внимания по таким его составляющим, как селективность, переключаемость, объем, распределяемость, устойчивость и концентрированность. Для исследования сенсорных систем были модифицированы методики оценки порогов чувствительности зрительной и слуховой систем и кинестетической чувствительности. В состав методик исследования психомоторики вошли сила и выносливость, психомоторный темп, скорость и точность движений, координация, сложнокоординированные действия. Кроме того, в рамках договора продолжалось совершенствование диалоговых систем распознавания образов разработанных Н. А. Кореневским [17, 18, 19], с обучающим программным пакетом, написанным для мини-ЭВМ СМ-4.

По результатам тестирования военных летчиков формировались обучающие выборки, с помощью которых была обучена портативная система распознавания типа «Диалог» разработки Кореневского Н. А. на решение задач оценки эффективности управления самолетов с помощью штурвала и ручки, оценки готовности к посадке в сложных условиях и к дозаправке в воздухе с формированием соответствующих рекомендаций.

Во второй половине 80-х – начале 90-х годов XX века, под руководством Н. А. Кореневского в КПИ продолжали разрабатываться технические

средства диагностики различных психических функций с исследованием порогов критической частоты слияния световых мельканий, социально-психологических взаимосвязей испытуемых в малых группах, конформности личности и др.

Расширяя прогностические и диагностические возможности разработанных средств, дополнительно к аппаратуре исследования свойств психических функций разрабатывались специализированные приборы для исследования физиологических параметров.

Для этого в добавление к традиционно исследуемым частоте пульса и дыхания Н. А. Корневским были разработаны такие методы анализа электрофизиологических сигналов, как параметрический анализ их частотных характеристик и степени синхронности. Поскольку эти методы анализа требовали гораздо меньше вычислительных процедур, чем соответствующие спектральный и корреляционный анализы, появилась возможность построения простых, надежных и дешевых специализированных вычислительных устройств.

Объединение специализированных приборов для психологических и физиологических исследований позволило кафедре ВТ КПИ создать комплекс технических средств для психофизиологических исследований, использование которого позволило впоследствии решить широкий спектр практических задач по оценке уровней психоэмоционального напряжения, утомления, функционального состояния и функционального резерва, по оценке эргономики и надежности работы человеко-машинных систем, профессионального отбора и расстановки кадров, прогнозирования появления и развития ряда профессиональных заболеваний [3-11].

В современном исполнении прибор для исследования свойств внимания и памяти выполнен с использованием планшетных компьютеров. На рисунке приведена экранная форма сенсорной панели планшетного компьютера, с помощью которой исследуются все рассмотренные выше свойства внимания и памяти.

Программное обеспечение (ПО) программно-технического комплекса ПКФ-ВП создано с использованием компилятора Microsoft VisualC++ 2008, имеет модульную структуру и функционирует под управлением операционной системы Windows. Каждый модуль связан с конкретным психофизиологическим исследованием и выбирается из основной программы посредством меню [9, 12].

При исследовании основных свойств (параметров) психических функций сенсорная панель реализует функции пульта испытуемого (ПИ), который осуществляет предъявление испытуемому стимульной и предупредительной информации с помощью точечных источников света, цифровых индикаторов и подсвечивающихся табло.

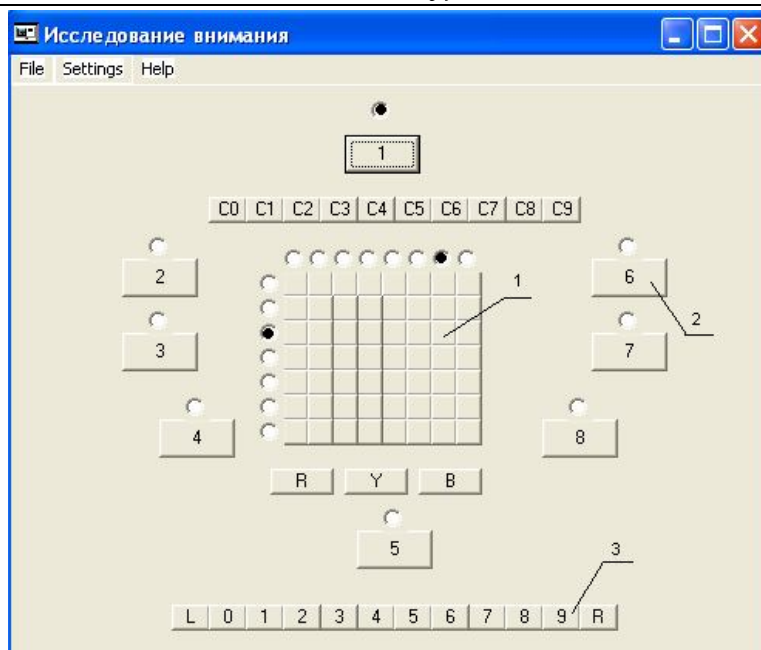


Рис. Графический интерфейс пульта испытуемого: 1 – матрица кнопок; 2 – поле стимульной и предупредительной информации; 3 – реактивная клавиатура

Ближайшими аналогами и конкурентами разработанными курскими учеными приборов для психологических исследований являются отечественные приборы типа «Ритмотест», «Мнемотест», «Билатест», «Психомат» разработки ЗАО «ВНИИМТ-ВИТА» [15] и немецкий комплекс когнитивной реабилитации РЕНАСОМ [14]. Проведенный сопоставительный анализ описанных разработок показал, что в отличие от своих конкурентов разработка курских исследователей позволяет исследовать комплекс практически всех важных свойств исследуемых психологических функций, что при малых габаритах и стоимости значительно расширяет функциональные возможности проводимых психофизиологических исследований. Например, в работах [15, 16] приведены модели прогнозирования и ранней диагностики когнитивных нарушений всех шести свойств внимания.

Список литературы

1. Долгополов В. Н. Разработка систем автоматизированной оценки состояния человека по психологическим тестам: отчет о НИР. Курск, 1979. № 86.
2. Плотников В. В., Корневский Н. А., Забродин Ю. М. Автоматизация методик психологического исследования: принципы и рекомендации. Орел: ВНИИОТ Госагропрома СССР, 1989. 327 с.
3. Конева Л. В., Корневская С. Н., Дегтярев С. В. Оценка уровня психоэмоционального напряжения и утомления по показателям, характеризую-

щим состояние внимания человека // Системный анализ и управление в биомедицинских системах, 2012. Т. 11, № 4. С. 993-1000.

4. Использование нечетких классификационных моделей для оценки эргономики технических систем / Н. А. Корневский, С. А. Горбатенко, В. В. Руденко, А. В. Бойцов // Известия Юго-Западного государственного университета. 2012. № 4. С. 20-21.

5. Метод оценки функционального резерва человека-оператора на основе комбинированных правил нечеткого вывода / Н. А. Корневский, А. Н. Коростелев, Л. В. Стародубцева, В. В. Серебровский // Биотехносфера. 2012. № 1(19). С. 44-49.

6. Нечеткие модели оценки уровня эргономики технических систем и ее влияние на состояние здоровья человека оператора с учетом функциональных резервов / Н. А. Корневский, С. Н. Родионова, Т. Н. Говорухина, М. А. Мясоедова // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2019. Т. 7, № 1 (24). С. 39-53.

7. Корневский Н. А., Родионова С. Н., Хрипина И. И.. Методология синтеза гибридных нечетких решающих правил для медицинских интеллектуальных систем поддержки принятия решений: монография. Старый Оскол: ТНТ, 2019. 472 с.

8. Прогнозирование и диагностика заболеваний, вызываемых вредными производственными и экологическими факторами, на основе гетерогенных моделей / Н. А. Корневский, В. И. Серебровский, Н. А. Коптева, Т. Н. Говорухина. Курск: Изд-во Курск. гос. с.-х. акад., 2012. 231 с.

9. Оценка и управление состоянием здоровья обучающихся на основе гибридных интеллектуальных технологий: монография / Н. А. Корневский, А. Н. Шуткин, С. А. Горбатенко, В. И. Серебровский. Старый Оскол: ТНТ, 2016. 472 с.

10. Титов В. С., Сапитонова Т. Н. Классификация функционального состояния человека и нечеткая оценка их уровня // Известия Юго-Западного государственного университета. 2012. № 2, ч. 3. С. 320-324.

11. Шуткин А. Н. Прогнозирование и ранняя диагностика заболеваний, провоцируемых длительными умственными нагрузками // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2016. Т. 15. № 2. С. 320-325.

12. Программно-технический комплекс для исследования основных параметров внимания и памяти / Н. А. Корневский, Д. Е. Скопин, Р. Т. Аль-Касасбех, А. А. Кузьмин // Медицинская техника. 2010. № 1. С. 32-35.

13. Викторова В. А., Матвеева Е. В. Приборы и комплексы для психофизиологических исследований. Исследование, разработка, применение. М.: ЗАО «ВНИИМТ-ВИТА», 2002. 228 с.

14. Комплекс когнитивной реабилитации RENCOM [Электронный ресурс]. URL: <https://almamed.su/product/kompleks-kognitivnoy-reabilitatsii-rehacom-germaniya/#>, свободный (дата обращения: 23.08.2019).

15. Метод синтеза математических моделей прогнозирования и ранней диагностики нарушений когнитивных функций / Н. А. Корневский, А. В. Поляков, С. Н. Родионова, Т. Н. Говорухина // Системный анализ и управление в биотехнических системах. 2019. Т. 18, № 4. С. 85-92.

16. Прогнозирование появления и развития расстройств когнитивных функции внимания в процессе трудовой деятельности операторов информационно-насыщенных человеко-машинных систем / А. В. Поляков, Н. Л. Коржук, С. Н. Родионова, Е. А. Николаева // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2019. Т. 9, № 2. С. 102-116.

17. Корневский Н. А. Пакет программ обучения классификации в режиме диалога ВНИИМ и МТИ /ОФАП/. М., 1983. 75 с.

18. Корневский Н.А. Классификация двумерных отображений в многоальтернативных диалоговых системах на примере задач медицинской диагностики: автореф. дис канд. техн. наук: 05.13.01 / Корневский Н. А. Л., 1983. 17 с.

19. Корневский Н.А. Метод динамической оценки состояния объекта в диалоговых системах распознавания // Известия ВУЗов. Приборостроение, 1987. Т. XXX, № 12. С. 37-41.

УДК 615.039

Н. Гаспарян

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Курск

ПРОИСХОЖДЕНИЕ ТЕРМИНА «ПЛАЦЕБО», МЕХАНИЗМЫ «ЭФФЕКТА ПЛАЦЕБО»

В данной статье рассмотрено историческое происхождение термина «плацебо» и «эффекта плацебо». Описана краткая история появления и изучения эффекта, его механизм и действие. Необходимо отметить, что под указанным термином подразумевается не только прием препаратов, которые не содержат действующих веществ, но и метод внушения, что какой-либо комплекс процедур может помочь пациенту излечиться.

Ключевые слова: механизмы плацебо, эффект, лечение, медицина, неосознанность.

Плацебо – препарат, заведомо не обладающий никакими целебными свойствами. В XVIII веке слово вошло в медицинский лексикон и стало означать «фальшивое лекарство». Это вещество без особых лечебных свойств,

которое может использоваться в качестве лекарственного препарата или маскировать лекарство. Феномен улучшения состояния вследствие применения такого препарата называют «эффект плацебо» [3].

Эффект плацебо связывали с самовнушением, когда здоровье человека улучшается благодаря вере в эффективность препарата или процедуры. Ученые нашли доказательство «неосознанности» плацебо-эффекта, он основан на бессознательной работе мозга. Мозг принимает решение, как будет воздействовать на нас то или иное лекарство, до того, как информация об этом лекарстве будет нами осознана. Нередко улучшения или ухудшения здоровья наступали у пациентов без сознательного принятия идеи. Мозг «принимает решение» о воздействии препарата бессознательно – до того, как человек проанализирует информацию. Механизм плацебо действует вне зависимости от осознания подопытным лицом вызывающих его сигналов.

История применения плацебо в клинической медицине началась давно. Изучение эффекта плацебо происходило во время Второй мировой войны, когда во фронтовом госпитале не хватало обезболивающих средств, анестезиолог Генри Бичер убедился, что в отдельных случаях инъекция физиологического раствора имеет практически то же действие, что и настоящее лекарство. Так, например, российский врач Матвей Мудров применял золотой и серебряный порошки, которые облегчали боль пациентов. После смерти доктора выяснилось, что главным компонентом этих порошков служил перемолотый мел [1, 2].

Официальная медицина отмечает в сторону всё субъективное, поэтому некоторые медики не признают гомеопатию и настаивают на строгих клинических испытаниях, которые призваны исключить действие самовнушения.

Но вполне строгие научные исследования, проведённые в последние десятилетия, показывают, что эффект плацебо – это не обман, его механизм находится гораздо глубже. Плацебо воздействует на нервную, гормональную и даже иммунную систему, перестраивая работу мозга, а через него и другие функции организма. Улучшения наблюдаются при астме, сердечно-сосудистых заболеваниях, желудочно-кишечных и нервных расстройствах, тревоге и депрессии.

Эффект плацебо – это смысловая реакция, которая переходит на уровень тела и получает физическое воплощение.

Именно смысловым воздействием объясняются следующие особенности эффекта плацебо:

- большие таблетки эффективнее маленьких;
- дорогие таблетки лучше дешевых;
- цветные таблетки лучше белых, синий цвет успокаивает, красный – обезболивает, зеленый – снимает тревогу;

• эффект плацебо отличается от культуры к культуре и от индивида к индивиду.

Это объясняет ограничения эффекта плацебо. Он может облегчить некоторые симптомы, улучшить самочувствие, но не сможет насытить кровь кислородом и вывести болезнь из легких. Люди с низкой самооценкой, которые не уверены в себе и склонны верить в чудеса, более подвержены воздействию плацебо. Таким образом, этот эффект лучше всего подходит для людей с легкими психосоматическими расстройствами [3].

Несмотря на уникальную особенность воздействия на объект определенным образом без необходимых свойств, сравнительно мало внимания уделяется эффекту плацебо в научной и практической медицине. Этот вопрос остается недостаточно изученным в наше время.

Список литературы

1. Копец Л. В. Артефакты психологических экспериментов // Классические эксперименты в психологии. 2010. № 5. С. 11-13.
2. Маккей М., Дэвис М., Феннинг П. Как победить стресс и депрессию. СПб.: Питер, 2011.
3. Валланс А. Нечто из ничего: плацебо-эффект // *Advances in Psychiatric Treatment*. 2006. Vol. 12. P. 287-296.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ

УДК 004.891.3

Д. С. Забанов

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Курск

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ НА ОРГАНЫ-МИШЕНИ

Цель исследования заключается в повышении эффективности лечения инфекционных заболеваний посредством интеллектуального управления терапевтическим воздействием на органы-мишени с использованием биотехнических обратных связей.

Ключевые слова: магнитотерапия, нечеткое управление, биотехническая обратная связь, биологически активные точки, датчик температуры, фотоплетизмосигнал.

Мониторинг эффективности терапевтических электромагнитных воздействий на внутренние органы человека целесообразен при лечении инфекционных и онкологических заболеваний [1, 2]. Для оптимизации терапевтического воздействия на внутренние органы предлагается использовать биотехническую обратную связь (БТОС) и модуль нечеткого управления (МНЧУ). Структурная схема биотехнической системы с включенными в ее состав модулями БТОС и МНЧУ представлена на рис. 1. Магнитотерапия, осуществляемая этой системой, включает курсовое воздействие электромагнитным излучением на предстательную железу после эндоректального ввода аппликатора. Внутри аппликатора находится катушка индуктивности, которая является источником терапевтического электромагнитного поля. С катушкой индуктивности соединен генератор звуковой частоты (ГЗЧ). Для снижения нелинейных искажений сигнал с ГЗЧ проходит через фильтр нижних частот. Интенсивностью электромагнитных колебаний управляют посредством аудиусилителя. Вектор состояния объекта управления формируем посредством датчиков фотоплетизмограммы (ФПГ) и датчиков температуры, установленных на аппликаторе [1].

Для управления магнитотерапией предлагается множество суррогатных маркеров, таких как параметры межклеточных соотношений, артериальное давление, температура и т.д. [3]. При магнитотерапии по результатам метаанализа в качестве суррогатных маркеров используем результаты мониторинга ФПГ и температуры [4]. Сущность управления состоит в следующем. Данные ФПГ и датчиков температуры оцифровываются в блоке датчиков и поступают в блок управления (рис. 1).

Блок управления выполняет две функции:
а) создает хаотическое электромагнитное поле;
б) управляет частотным диапазоном и интенсивностью хаотического электромагнитного поля.

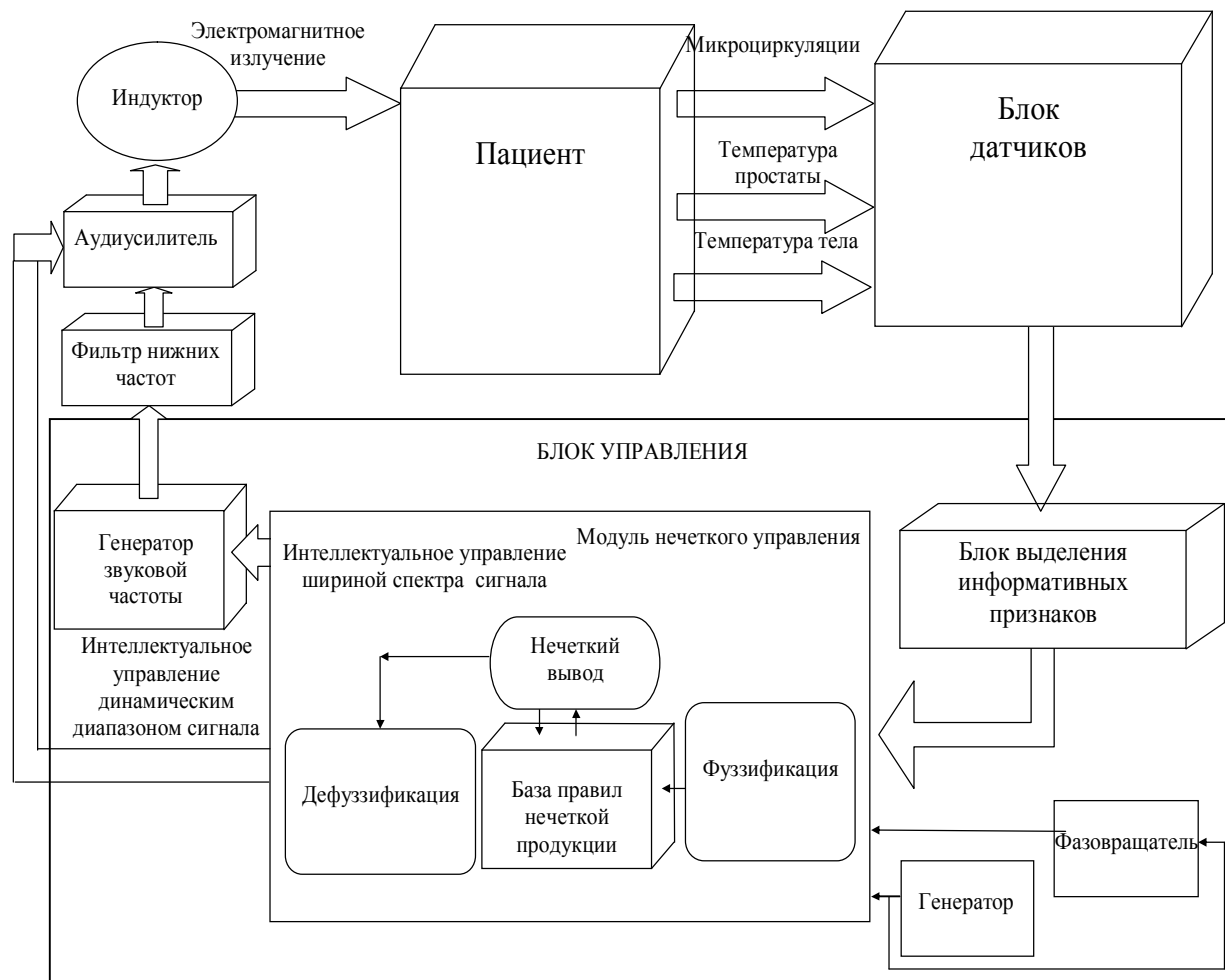


Рис. 1. Структурная схема биотехнической системы для интеллектуального управления магнитотерапией внутренних органов человека

Для создания хаотического магнитного поля используется генератор и фазовращатель блока управления. Они формируют два синусоидальных сигнала, сдвинутые по фазе, которые предназначены для модуляции частоты ГЗЧ и коэффициента усиления аудиусилителя. Это позволяет в фиксированный дискрет времени получить два псевдослучайных числа, определяющих частоту и интенсивность электромагнитного поля. Для управления этими двумя числами посредством БТОС модуль МНЧУ формирует свои два числа, которые модулируют две синусоиды, поступающие с генератора и фазовращателя. Таким образом, посредством МНЧУ устанавливается частотный диапазон и динамический диапазон аудиусилителя.

При магнитотерапии простатита использовался аппликатор аппарата УЛП-01-ЕЛАТ [5]. На аппликаторе имеется технологическое плато, которое было использовано для установки инфракрасного излучателя и приемника инфракрасного излучения. Датчик ФПГ размещен вдоль области аппликатора, указанной на рис. 2, приблизительно по центру технологического уклона у конца аппликатора (над простатой), при этом не имеет значения последовательность «фототранзистор-светодиод» или «светодиод-фототранзистор» относительно концевой части аппликатора.

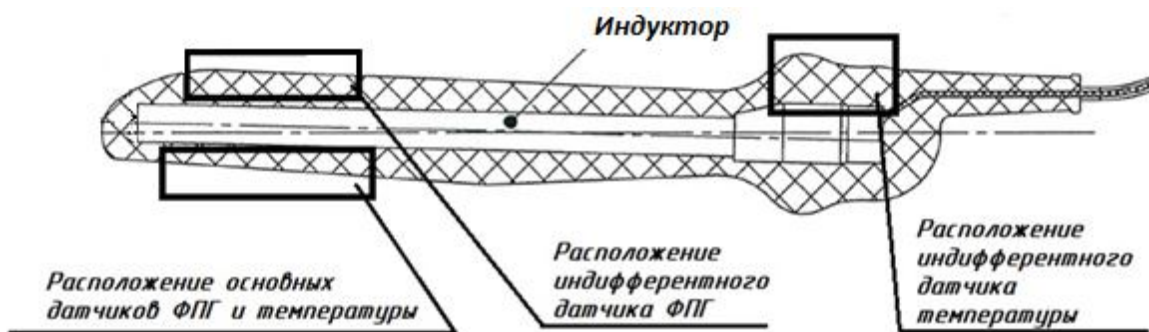


Рис. 2. Схема расположения датчиков регистрации ФПГ и температуры на аппликаторе

Аппликатор (см. рис. 2) после ректального ввода устанавливается в окрестности предстательной железы, снимается ФПГ посредством пары светодиод-фотодиод, установленной на плато аппликатора (см. рис. 2), определяются статистические параметры информативных признаков, и по их показателям МНЧУ корректируется терапевтическое магнитное поле. Динамический диапазон ГЗЧ и аудиусилителя формируется МНЧУ на основе анализа датчиков БТОС. Предложены архитектурные решения МНЧУ, включая модели фузификатора, блока нечеткого вывода и блока дефузификации, а также комплект решающих правил, составляющих основу блока нечеткого вывода, имеющих иерархическую структуру, которая построена на основе чувствительности информативных признаков к электромагнитному воздействию.

С помощью первого (основного) и второго (индифферентного) датчиков температуры измерялась температура в окрестности простаты и в индифферентной точки (см. рис. 2). В качестве датчика температуры использовалась интегральная микросхема серии «NTU21D» фирмы «TE Connectivity», которая обеспечивает максимальную разрешающую способность измерения температуры до 0,01°C.

Для создания хаотических электромагнитных воздействий коэффициент усиления аудиусилителя меняется по линейному или синусоидальному закону от нуля до максимума. При этом сигнал с ГЗЧ пробегает всю линейку частотного диапазона от $\Omega_{\min} \dots \Omega_{\max}$ с заданным шагом дискретизации по частоте и с «замиранием» на каждой дискретной частоте на определенный вре-

менной дискрет. В итоге на фазовой плоскости в координатах (Z_1, Z_2) будем наблюдать замкнутую кривую (окружность, эллипс и т. п.), вписанную в прямоугольник со сторонами ($\Omega_{\max} - \Omega_{\min}$) и K_{\max} . МНЧУ имеет возможность перемещать центр описанного прямоугольника в системе координат (Z_1, Z_2) в зависимости от результатов магнитотерапии, то есть в зависимости от показаний датчиков БТОС. Очевидно, что такое перемещение управляет энергией электромагнитного поля на соответствующий анатомический орган. В данной БТС в процессе магнитотерапии возможно управление частотным диапазоном ГЗЧ и динамическим диапазоном K_{\max} аудиусилителя).

Для того чтобы МНЧУ мог управлять параметрами магнитотерапии согласно, необходимо ввести соответствующие лингвистические переменные и построить соответствующие функции принадлежности. Таким образом, на выходе фуззификатора (входе блока нечеткого вывода) имеем лингвистические переменные, которые характеризуют изменение суррогатных маркеров в процессе магнитотерапии, на входе – числовую переменную, которая характеризует величину информативного признака.

Экспериментальная и контрольная группы пациентов с хроническим простатитом создавались для оценки эффективности магнитотерапии. Для лечения больных в этих группах использовалась антибактериальная терапия, соответствующая характеру и чувствительности микрофлоры по данным бактериальных посевов. В экспериментальной группе больные получали магнитотерапевтическое воздействие, а в контрольной – нет.

По результатам исследований проведен анализ терапевтического эффекта лечения простатита в экспериментальной и контрольной группах. Оценка эффективности лечения осуществлялась на основе субъективных клинических исследований и результатов лабораторных и инструментальных исследований. Гипотеза на принадлежность выборок по экспериментальной и контрольной группам после курсового лечения к одной и той же генеральной совокупности была отвергнута на уровне 0,06 на основе критерия Джонкхиера.

Субъективная оценка лечения в экспериментальных и контрольных группах показала, что использование комбинированной биотехнической обратной связи позволило устранить болевой синдром в области мочевого пузыря и промежности у пациентов экспериментальной группы на 4...5 дней раньше, чем у пациентов контрольной группы.

Список литературы

1. Филист С. А., Забанов Д. С., Трифионов А. А. Магнитотерапия простатита с биологической обратной связью по оптическому каналу связи //

Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии: доклады XIII-й междунар. научн. конф. Владимир, 2018. Кн. 1. С. 147-153.

2. Филист С. А., Кузьмин А. А., Мешковский Д. В. Магнитотерапевтический аппарат с адаптируемым спектром электромагнитного излучения для лечения простатита и гинекологических заболеваний // Медицинская техника. 2008. № 4. С. 20-24.

3. Пат. 2012234 Российская Федерация, МПК А 61 В 8/06. Способ определения эффективности магнитотерапии при лечении цереброваскулярных заболеваний / Мясников И. Г., Сорокина Г. А.; патентообладатель Нижегородский государственный медицинский институт. № 4837606/14; заявл. 11.06.1990; опубл. 15.05.1994. 18 с.: ил.

4. Алгоритмы мета-анализа эффективности диагностических и терапевтических решений на основе мониторинга суррогатных маркеров, получаемых по результатам анализа сложноструктурируемых изображений / С. А. Филист, А. Г. Курочкин, А. А. Кузьмин [и др.] // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2016. № 4 (21). С. 41-55.

5. Система коррекции функционального состояния организма человека на основе медицинского мониторинга параметров внутренних органов / К.В. Подмастерьев, Д.С. Забанов [и др.] // Искусственный интеллект в решении актуальных социальных и экономических проблем XXI века: сб. статей по материалам Четвертой всерос. науч.-практ. конф. / Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2019. Ч. 1. С. 186-191.

УДК:159.9

А. В. Поляков, С. В. Филиппов

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Курск

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ КОГНИТИВНЫХ ФУНКЦИЙ ПАМЯТИ

В статье представляется разработка автоматизированной системы для повышения качества оценки когнитивных функций памяти путем разработки алгоритмов, методов и моделей прогнозирования и ранней диагностики нарушений свойств функций памяти.

Ключевые слова: биотехнологии, диагностика, когнитивные функции, нарушения памяти.

Память является одной из многих когнитивных функций нашего мозга. Основной функцией памяти является кодирование и хранение информации с

возможностью дальнейшего восстановления. В ходе многочисленных исследований отечественных и зарубежных ученых были получены важные в теоретическом и практическом отношении данные, которые показывают, что память является активным психическим процессом, включенным в регуляцию деятельности на всех этапах ее осуществления. Нарушение функций памяти может приводить к значительным бытовым проблемам, ухудшая качество жизни достаточно большого контингента людей.

При проведении анализа структуры данных, которая может охарактеризовать различные функции и свойства памяти, было обнаружено, что невозможно с большой точностью определить границы показателей исследования при решении таких задач, как прогнозирование появления нарушений функций памяти и развитие нарушений свойств памяти, которые относятся к классу задач, условия которых не могут быть полностью определены.

На кафедре биомедицинской инженерии Юго-Западного государственного университета было показано, что при решении задач определенного класса целесообразно использовать методику синтеза гибридных нечетких решающих правил, так как задачи с похожей структурой данных уже решались.

В результате проведенной работы были получены следующие основные результаты:

1. Был проведен анализ структуры данных, описывающих состояния свойств функций памяти, существенных экзогенных и эндогенных факторов, которые влияют на общее состояние исследуемой когнитивной функции.

2. Разработан метод синтеза гибридных математических моделей комбинированной оценки свойств функций памяти, основанный на использовании количественных оценок таких свойств памяти, как объем, точность, оперативность, в сочетании с энергетическими характеристиками профильных биологически активных точек и информацией, снимаемой во время теста и анализа биотоков мозга, который позволил синтезировать гибридные решающие правила, которые существенно повысили качество оценки состояния когнитивных функций памяти в условиях, когда первоначальные данные находятся в неполном составе и когда структура классов пересекается.

3. Предложен метод синтеза решающих правил прогнозирования и ранней диагностики свойств памяти по их количественным характеристикам в сочетании с показателями функционального резерва и времени наблюдения, с помощью него становится возможным получить математические модели для ранней диагностики и прогнозирования исследуемых свойств памяти с точностью, необходимой для практики.

4. Разработана информационно-аналитическая модель, описывающая связи гибридных моделей с блоком неоднородных информативных признаков, описывающих различные внешние факторы, влияющие на состояние

функций памяти, использование которой позволяет рационально структурировать базу знаний системы поддержки принятия решений врача когнитивного психолога.

5. Синтезированы математические модели прогнозирования и ранней диагностики нарушений свойств функций памяти у операторов человеко-машинных систем, использующие гибридные нечеткие модели, в которых используется информация, характеризующая различные психофизиологические характеристики организма, обеспечивающие прогностическую уверенность не ниже 0,85, а уверенность в наличии ранних стадий нарушений когнитивных функций памяти – не ниже 0,9.

6. Подготовлена структура базы знаний и алгоритм управления для системы поддержки принятия решений когнитивного психолога, позволяющие гибко управлять тактикой работы с обследуемым в зависимости от состояния анализируемых свойств памяти и психофизиологических особенностей организма, что позволило повысить качество принятия решений по ведению пациентов с прогнозируемыми или нарушенными когнитивными функциями памяти.

7. Алгоритм, методы и модели, предложенные в данной работе, прошли проверку, в ходе которой было выявлено, что описанные решения могут обеспечить необходимое качество прогнозирования ранней диагностики когнитивных нарушений памяти, развивающихся под влиянием множества разных экзогенных и эндогенных факторов, причем диагностическая значимость положительных и отрицательных результатов превышает величину 0,84, а диагностическая эффективность – 0,89, что позволяет рекомендовать их к практическому использованию.

УДК 53.087.4+316.3

Д. Е. Скопин, А. А. Горбачева, И. В. Калуцкий

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Курск

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВОЙ ЦВЕТОВОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ СТЕГАНОГРАФИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧИ МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

В данной статье рассмотрена разработка новой цветовой модели представления пикселя изображения, которая отличается от стандартной цветовой модели возможностью производить внедрение информации в файлы изображений. Это позволяет продуктивно организовывать телемедицинские сервисы в экстремальных условиях (например, пандемии коронавирусной инфекции, атипичной пневмонии и т.п.) за счет возможности передачи в одном файле вместе с медицинским изображением конфиденциальной тек-

стовой информации, например персональные данные пациента и описание истории его болезни.

Ключевые слова: стеганография, стеганосообщение, цифровое изображение, телемедицина, безопасность информации.

Для построения системы удаленных телемедицинских сервисов в условиях пандемии коронавирусной инфекции одной из актуальных задач является построение систем, позволяющих передавать как медицинские изображения, например томографические изображения легких пациентов, так и текстовую информацию, которая, как правило, является конфиденциальной. Данная задача относится к так называемым стеганографическим способам передачи, когда небольшой массив конфиденциальной информации (стеганосообщение) незаметно размещается в массиве данных (контейнере). Применительно к телемедицинским сервисам в качестве стеганосообщения могут использоваться персональные данные и описания пациентов, а в качестве контейнера – МРТ и рентгеновские изображения легких.

К основным форматам, обеспечивающим передачу МРТ и рентгеновских изображений, относится так называемый RAW-формат [1, 2]. Это общее обозначение различных форматов, в которых хранятся необработанные данные, представленные в виде пикселей формата RGB. Изображение в этом формате имеет размер, равный разрешению исходной матрицы МРТ томографа или цифрового рентгеновского аппарата. Данный формат позволяет фиксировать изображения без потери деталей [3-5].

Как известно, одной из задач при использовании стеганографических изображений является такое распределение встраиваемых в изображение данных, при котором визуальное восприятие пикселя существенно не изменяется. Во многих алгоритмах при этом используется преобразование исходной RGB модели изображения в формат, при котором цветовые и яркостные компоненты представлены независимо, например в HSI- или HSV-формате [6-7]. Размещение стеганографических данных внутри яркостного компонента с последующим переводом в RGB-формат, по данным ряда авторов, не меняет визуальное восприятие измененного пикселя [2]. Однако к недостаткам данных методов следует отнести значительные временные потери, поскольку подобные преобразования являются нетривиальной вычислительной задачей. В данной работе для решения стеганографических задач предлагается новая цветовая модель, позволяющая значительно ускорить преобразования RGB формата.

Предлагаемая модель представляет собой модернизированное пространство CIE [3], в котором каждый трихроматический коэффициент определен как частное между RGB-компонентой и суммой всех RGB-компонент. Как известно [3-4], каждый трихроматический коэффициент в пространстве

СIEs представлен дробным числом в диапазоне от 0 до 1. В предлагаемой цветовой модели было предложено использовать красный и голубой компоненты цвета, обозначаемые как R_t и G_t соответственно. Чтобы избежать сложных вычислительных процессов с дробными последовательностями, значения компонент приводятся к байтовому представлению. Третий компонент, интенсивность (яркость) пикселя, обозначим как I_t . Тогда преобразования из пространства RGB в пространство R_t, G_t, I_t можно представить в виде следующих уравнений:

$$S = \begin{cases} 1, & \text{если } R + G + B = 0 \\ R + G + B, & \text{иначе} \end{cases} \quad (1)$$

$$R_t = \frac{R \cdot 256}{S}, \quad (2)$$

$$G_t = \frac{G \cdot 8}{S}, \quad (3)$$

$$I = \frac{S}{3}. \quad (4)$$

Как видно из представленных уравнений, алгоритм перевода формата RGB в формат R_t, G_t, I_t отличается высокой скоростью преобразования, поскольку все математические преобразования сводятся к целочисленному сложению, делению и сдвигу, то есть к быстрым вычислительным операциям. При этом операция логического сдвига влево на 8 бит соответствует математическому умножению на 256 и является самой быстрой процессорной операцией.

Обратное преобразование из пространства R_t, G_t, I_t в стандартную RGB модель производится в соответствии со следующими выражениями:

$$R = \frac{3 \cdot R_t \cdot I}{256}, \quad (5)$$

$$G = \frac{3 \cdot G_t \cdot I}{256}, \quad (6)$$

$$B = \frac{(256 - R_t - G_t) \cdot 3 \cdot I}{256}. \quad (7)$$

Как можно видеть, выражения (5)-(7) являются идеальными с точки зрения вычислительной производительности, поскольку в них используются только операции целочисленного умножения, выполняемые в современных процессорах вычитания и сдвига. Логический сдвиг вправо на 8 бит представлен операцией деления на 256. При этом компонент яркости I может использоваться для хранения стенографической информации посредством ее размещения в младшей части байта (less significant bit, LSB). Так как для внедрения модифицируется только яркостной компонент, то цвет пикселя не подвергается изменению, а следовательно, не будет иметь визуальных отличий при обратном преобразовании в пространство RGB.

Прямой и обратные алгоритмы стеганографического преобразования представлены на рисунке.

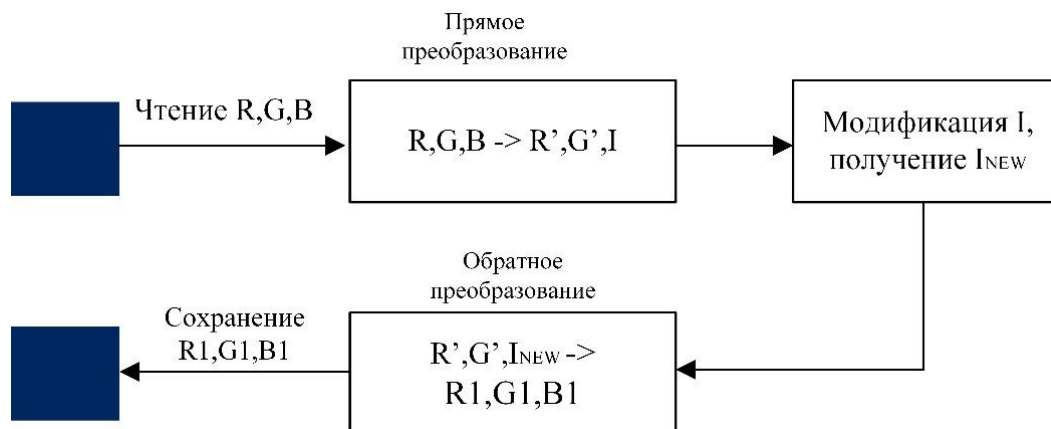


Рис. Последовательность действий при проведении стеганографической обработки изображения

Проведенные исследования показывают, что при внедрении стеганографической информации в младший значимый бит (LSB) яркостного компонента цвет пикселя визуально не изменяется, поскольку при модификации не меняется соотношение хроматических компонент RGB составляющих пикселя, что позволяет проводить скрытую передачу информации. Кроме того, для извлечения скрытой в изображении информации необходимы знания обратного преобразования, а именно уравнений (5)-(7).

Таким образом, в результате проделанной работы был разработан алгоритм, позволяющий встраивать в изображения информацию при сохранении оригинальных цветов пикселей за счет сохранения трихроматических соотношений в RGB-модели изображения. Разработанный алгоритм отличается своим быстродействием за счет использования целочисленных математических операций и логического сдвига, которые относятся к быстрым процессорным операциям, в том числе и в мобильных операционных системах типа Android и IOS [3].

Список литературы

1. Davin Bagas, Wahyu Apsari. "Iot-based Integrated Home Security and Monitoring System // Journal of Physics: Conference Series. 2019. Mar 27.
2. Kodali R. K., Jain V., Bose S. and Boppana L. 2016 IoT based smart security and home automation system Proceeding // IEEE Int. Conf. Comput. Commun. Autom. ICCCA). 2017. October. P. 1286-1289.
3. Spirjakin D., Baranov A. Wireless multi-sensor gas platform for environmental monitoring // IEEE Workshop on Environmental, Energy, and Structural Monitoring Systems (EESMS) Proceeding. 2015. July.

4. Azzeh J. A., Skopin P. D. Design and investigation of non-invasive device of helicobacter pylori diagnosis based on semiconductor gas sensors// Медико-экологические информационные технологии. Курск, 2018.

5. Скопин Д. Е., Скопин П. Д., Разумова К. В. Метод автоматического определения параметров недетерминированного амплитудно-модулированного сигнала // Известия Юго-Западного государственного университета. 2014. № 5 (56). С. 77-80.

УДК 617-089

С. Н. Родионова, П. В. Бурлаков, Д. А. Медников

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Курск

МОДЕЛЬ И АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ ТЯЖЕСТИ ИШЕМИИ СЕРДЦА

В работе исследуются возможности использования нечеткой логики принятия решений с целью повышения точности оценки тяжести развития ишемических процессов сердца путем разработки соответствующих математических моделей. Разработанные модели могут синтезировать алгоритм оценки степени тяжести ишемии сердца, что позволяет производить оценку степени тяжести исследуемой патологии с уверенностью не хуже 0,9, что позволяет рекомендовать полученные результаты в медицинскую практику.

Ключевые слова: ишемическая болезнь, сердце, функции принадлежности, математические модели, система-поддержки принятия решения.

Одной из важных задач современной кардиологии является повышение качества ведения пациентов с ишемическим поражением сердца. Данная работа посвящена разработке метода и алгоритма оценки степени тяжести ишемии сердца, использование которых позволит выбирать адекватные схемы профилактики и лечения, снижая риски инвалидизации и смерти. В основу предлагаемого метода положено использование показателей, характеризующих региональную гемодинамику сердца и его электрическую активность [1, 2, 3, 8].

Для оценки региональной гемодинамики и электрической активности сердца общепринятыми методами осуществляются регистрация ЭКГ и лабораторный анализ крови, в ходе которых определяются показатели: X_1 – амплитуда Т зубца; X_2 – смещение сегмента ST относительно изолинии; X_3 – концентрация креатинфосфокиназы; X_4 – концентрация тропонин Т; X_5 – ЦГС.

В качестве базового математического аппарата использовалась методология синтеза гибридных нечетких решающих правил, подробное описание которой приведено в работах [1 – 6]. В соответствии с этой методологией с

использованием интерактивных процедур, сочетающих технологию экспертного оценивания Делфи, и процедур, минимизирующих прогностические ошибки, определяются функции уровня тяжести $f_c(X_i)$ ишемического процесса в сердце с такой же областью определения, как и функции принадлежности. На рис. 1 приведены графики функций уровня тяжести с базовыми переменными X_1, \dots, X_5 [1, 4-9].

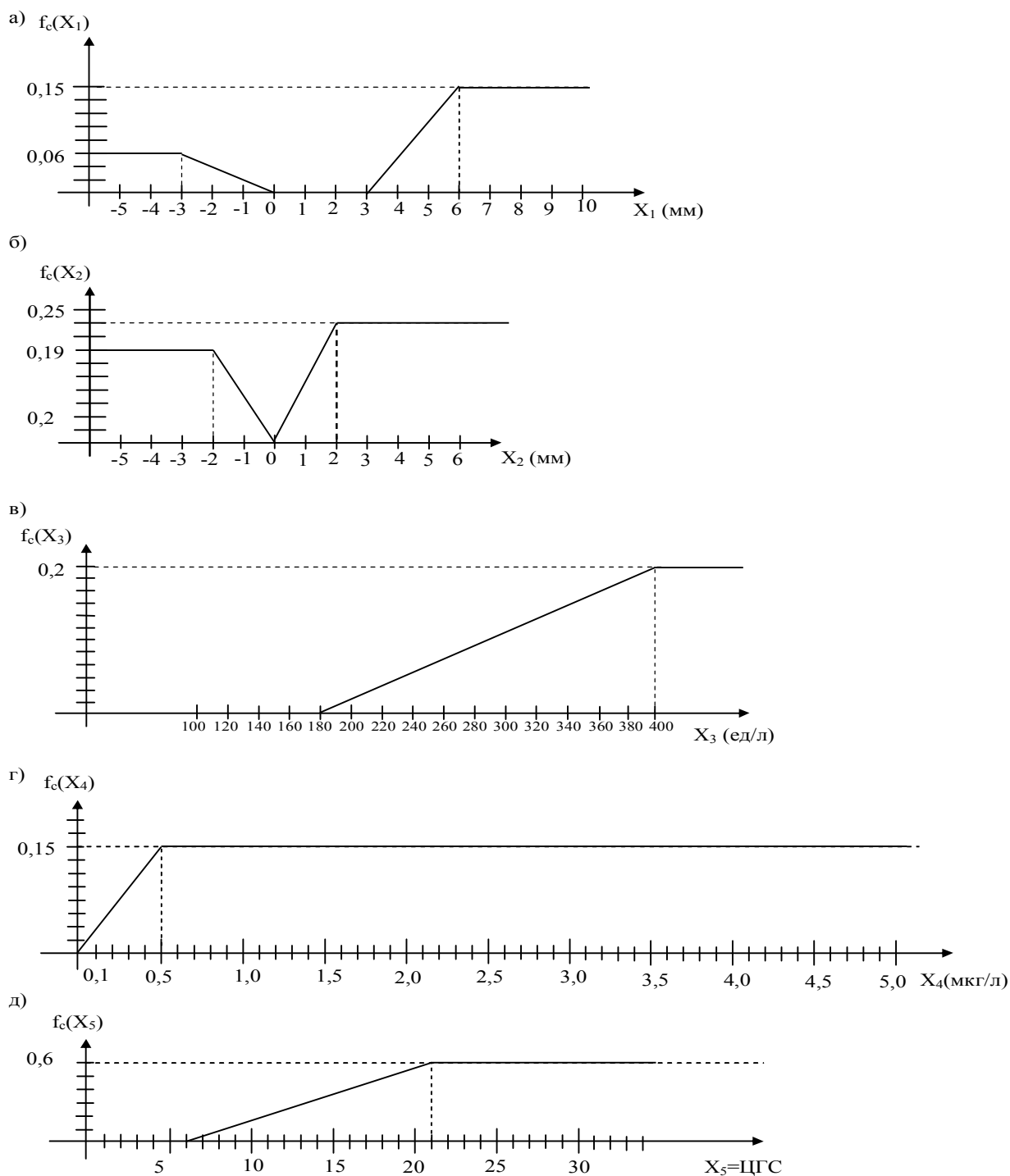


Рис. 1. Функции уровня тяжести ишемического процесса в сердце:

а – $f_c(x_1)$; б – $f_c(x_2)$; в – $f_c(x_3)$; г – $f_c(x_4)$; д – $f_c(x_5)$

Аналитически графики функций уровня тяжести $f_c(x_i)$ описываются следующими выражениями:

$$f_c(X_1) = \begin{cases} 0,06, & \text{если } X_1 < -3, \\ -0,02X_1, & \text{если } -3 \leq X_1 < 0, \\ 0, & \text{если } 0 \leq X_1 < 3, \\ 0,05X_1 - 0,15, & \text{если } 3 \leq X_1 < 6, \\ 0,15, & \text{если } X_1 \geq 6; \end{cases}$$

$$f_c(X_2) = \begin{cases} 0,19, & \text{если } X_2 < -2, \\ -0,095X_2 & \text{если } -2 \leq X_2 < 0, \\ 0,125X_2, & \text{если } 0 \leq X_2 < 2, \\ 0,25 & \text{если } X_2 \geq 2; \end{cases}$$

$$f_c(X_3) = \begin{cases} 0, & \text{если } X_3 < 180, \\ 0,0009X_3 - 0,16, & \text{если } 180 \leq X_3 < 400, \\ 0,25, & \text{если } X_3 \geq 400; \end{cases}$$

$$f_c(X_4) = \begin{cases} 0,5X_4, & \text{если } 0 \leq X_4 < 0,5, \\ 0,25, & \text{если } X_4 \geq 0,5; \end{cases}$$

$$f_c(X_5) = \begin{cases} 0, & \text{если } X_5 < 7, \\ 0,043X_5 - 0,3 & \text{если } 7 \leq X_5 < 21, \\ 0,6, & \text{если } X_5 \geq 400. \end{cases}$$

Интегральный показатель степени тяжести ишемического процесса в сердце определяется накопительной формулой вида

$$ST_c(i+1) = ST_c(i) + f_c(X_{i+1})[1 - ST_c(i)], \quad (1)$$

где $ST_c(1) = f_c(X_1)$.

Для детальной классификации степени тяжести ишемического процесса в сердце вводятся четыре функции принадлежности, определяющие: нормальное состояние $\mu_n(ST_c)$; латентное состояние $\mu_l(ST_c)$; реверсивное состояние $\mu_p(ST_c)$ и критическое состояние $\mu_k(ST_c)$ (рис. 2). [4, 5, 7, 10, 11, 12].

Аналитически выражения функций принадлежности $\mu_r(ST_c)$ имеют следующий вид:

$$\mu_n(ST_c) = \begin{cases} 0,95, & \text{если } ST_c < 0,3, \\ -9,5ST_c + 3,8, & \text{если } 0,3 \leq ST_c < 0,4, \\ 0, & \text{если } ST_c \geq 0,4; \end{cases}$$

$$\mu_l(ST_c) = \begin{cases} 0, & \text{если } ST_c < 0,3, \\ 9,5ST_c - 2,85, & \text{если } 0,3 \leq ST_c < 0,4, \\ 0,95, & \text{если } 0,4 \leq ST_c < 0,5, \\ -9,5ST_c + 5,7, & \text{если } 0,5 \leq ST_c < 0,6, \\ 0, & \text{если } ST_c \geq 0,6; \end{cases}$$

$$\mu_p(ST_c) = \begin{cases} 0, & \text{если } ST_c < 0,5, \\ 9,5ST_c - 4,75, & \text{если } 0,5 \leq ST_c < 0,6, \\ 0,95, & \text{если } 0,6 \leq ST_c < 0,8, \\ -9,5ST_c + 8,55, & \text{если } 0,8 \leq ST_c < 0,9, \\ 0, & \text{если } ST_c \geq 0,9; \end{cases}$$

$$\mu_k(ST_c) = \begin{cases} 0, & \text{если } 0,8 < ST_c, \\ 9,5ST_c - 7,6, & \text{если } 0,8 \leq ST_c < 0,9, \\ 0,95, & \text{если } ST_c \geq 0,9. \end{cases}$$

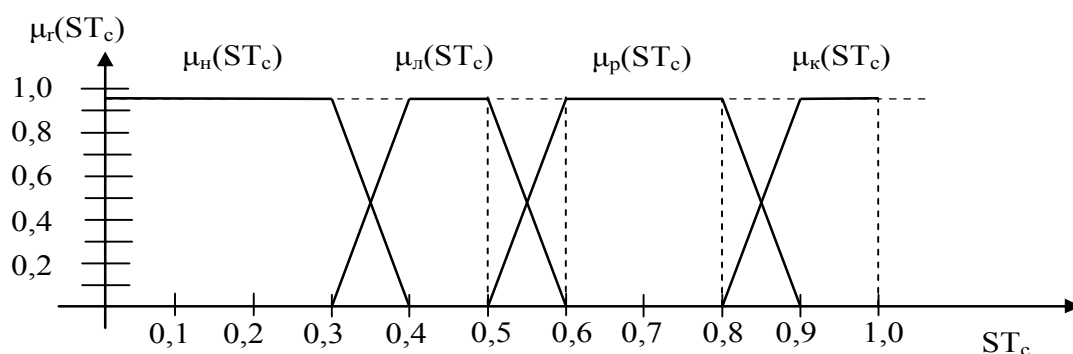


Рис. 2. Функции принадлежности к степени тяжести ишемического процесса в сердце

Выбор конкретного класса состояний (степени тяжести) осуществляется по максимальному значению соответствующих функций принадлежности:

$$UST_{cr} = \max \{ \mu_n(ST_c), \mu_l(ST_c), \mu_p(ST_c), \mu_k(ST_c) \}. \quad (2)$$

В случае двух ненулевых функций принадлежности врачу сообщается о величине уверенности UST_{cr}^* (по величинам $\mu_r(ST_c)$) в обоих классах, что позволяет более гибко формировать схемы профилактики и лечения.

Для разработки программного обеспечения интеллектуальной системы поддержки принятия решений сердечно-сосудистого хирурга и врача ангиолога синтезирован алгоритм оценки уровня степени ишемии сердца (рис. 3) [3, 5, 6].

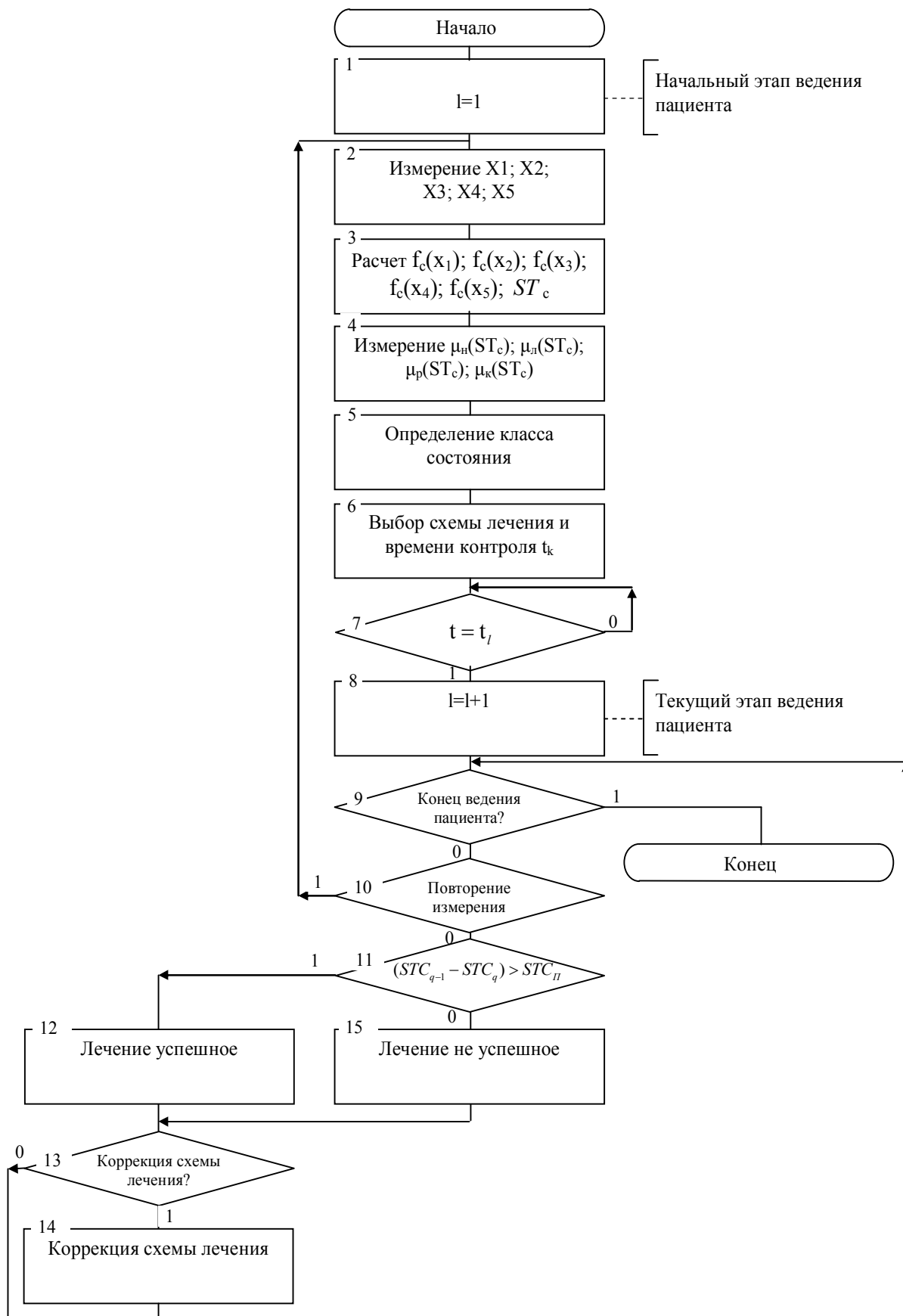


Рис. 3. Алгоритм оценки уровня степени ишемии сердца

Для определения этапов ведения пациентов вводится идентификатор 1, который в начале работы алгоритма принимает значение 1 (блок 1). Производится определение показателей: X_1 – амплитуды Т зубца; X_2 – смещения сегмента ST относительно изолинии; X_3 – концентрации креатинфосфокиназы; X_4 – концентрации тропанит Т; X_5 – ЦГС по (блок 2).

Далее рассчитываются функции уровня тяжести $f_c(x_1)$; $f_c(x_2)$; $f_c(x_3)$; $f_c(x_4)$; $f_c(x_5)$ ишемического процесса в сердце для базовых переменных X_1, \dots, X_5 и интегральный показатель степени тяжести ишемического процесса в сердце ST_c по формуле (1) (блок 3).

Производится расчет функции принадлежности пациента с ишемией к нормальному состоянию $\mu_n(ST_c)$; к латентному состоянию $\mu_l(ST_c)$; к реверсивному состоянию $\mu_p(ST_c)$ и критическому состоянию $\mu_k(ST_c)$ (блок 4).

В зависимости от полученных результатов врач, используя рекомендации СППР, выбирает схему лечения и время контроля t_1 (блок 5,6). По истечении контрольного времени к текущему номеру этапа ведения пациента добавляется 1 (блоки 7 и 8), при этом эксперт может принять решение закончить ведение пациента (блок 9) или провести повторные измерения (блок 10). По изменению величин степени тяжести ишемии сердца ST_c судят об успешности проводимого лечения (блоки 11, 12 и 15). При этом врач, пользуясь рекомендациями СППР, имеет возможность корректировать схему лечения (блоки 13, 14).

Использование предложенных модели и алгоритма при ведении пациентов с ишемией сердца позволило производить оценку степени тяжести исследуемой патологией с уверенностью не хуже 0,9, что позволяет рекомендовать полученные результаты в медицинскую практику.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-31-90067.

Список литературы

1. Быков А. В., Устинов А. Г., Хрипина И. И. Модель прогнозирования возникновения осложнений ишемии нижних конечностей путем оценки функционального резерва организма // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2015. № 4(17). С. 81-88.

2. A device for monitoring the severity of ischemic damage to the lower extremities / N. A. Korenevskiy, M. V. Artemenko, D. E. Skopin, A. V. Bykov, E. N. Korovin // Biomedical Engineering. 2018. Vol. 52, N 3. P. 159-163.

3. Быков А. В., Устинов А. Г., Корневский Н. А. Нечеткий алгоритм прогноза развития ишемической болезни конечностей для различных этапов ведения пациентов // Известия Юго-Западного государственного университе-

та. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2016. № 2(19). С. 142-155.

4. Корневский Н. А. Использование нечеткой логики принятия решений для медицинских экспертных систем // Медицинская техника. 2015. № 1. С. 33-35.

5. Корневский Н. А., Родионова С. Н., Хрипина И. И.. Методология синтеза гибридных нечетких решающих правил для медицинских интеллектуальных систем поддержки принятия решений: монография. Старый Оскол: ТНТ, 2019. 472 с.

6. Корневский Н. А. Принципы и методы построения интерактивных систем диагностики и управления состоянием здоровья человека на основе полифункциональных моделей: автореф. ... д-ра техн. наук. СПб., 1993. 32 с.

7. Корневский Н. А. Использование нечеткой логики принятия решений для медицинских экспертных систем // Медицинская техника. 2015. № 1 (289). С. 33-35.

8. Корневский Н. А. Проектирование систем принятия решений на нечетких сетевых моделях в задачах медицинской диагностики и прогнозирования // Телекоммуникации. 2006. № 6. С. 25-31.

9. Сосудистая хирургия: национальное руководство (краткое издание) / под ред. В. С. Савельева, А. И. Кириенко. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. 464 с.

10. Шуткин А. Н. Методология синтеза нечетких гибридных решающих правил для решения задач прогнозирования и ранней диагностики заболеваний, провоцируемых образовательным процессом // Фундаментальные и прикладные проблемы и технологии. 215. № 6(314). С. 122-129.

11. Rasch G. Probabilistic models for some intelligence anent tests (Expanded edition, with foreword and afterword by Benjamin D. Wright). Chicago: University of Chicago Press, 1980. 199 p.

12. Smith E.V., Smith M.S. Introduction to Rasch Measurement Theory, Models and Applications. Marle Grove, Minnesota: JAM Press, 2004. 689 p.

УДК:159.9

И. А. Фролов, А. В. Поляков

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ КОГНИТИВНЫХ ФУНКЦИЙ ВНИМАНИЯ

В статье представляется разработка автоматизированной системы для повышения качества оценки когнитивных функций внимания при помощи разработки методов, моделей и алгоритмов прогнозирования и ранней диагностики нарушений свойств функций внимания.

Ключевые слова: биотехнологии, диагностика, когнитивные функции, нарушения внимания.

Важнейшей когнитивной функцией человека является внимание, которое обеспечивает целенаправленность и активность всей познавательной деятельности. Расстройства внимания часто являются причиной ухудшения мнестических функций. Снижение качества выполняемой трудовой деятельности, а также снижение надежности работы человеко-машинных систем вплоть до катастрофических последствий обусловлено ослаблением внимания, которое сопровождается ухудшением всех видов деятельности, ориентировки и адаптации к окружающей среде. Нарушение функций внимания становится причиной ухудшения качества жизни достаточно большого контингента людей.

Таким образом, решение задачи разработки методов и средств прогнозирования и ранней диагностики состояний функций внимания является актуальной задачей.

В ходе анализа известных методов и средств оценки показателей внимания было установлено, что полученные данные редко используются при решении задач прогнозирования и ранней диагностики состояния функций внимания. Это приводит к снижению возможности современных информационных и интеллектуальных технологий в решении целого ряда задач в тех областях человеческой деятельности, где внимание и его свойства играют важную роль.

В ходе анализа структуры данных, которые характеризуют состояние функций внимания, было установлено, что задачи прогнозирования появления и развития нарушений параметров внимания относятся к классу плохо-формализуемых задач с нечетко определяемыми границами различных состояний исследуемых показателей.

Полученный на кафедре биомедицинской инженерии Юго-Западного государственного университета опыт решения задач со схожей структурой данных показал, что для решения выбранного класса задач целесообразно использовать методологию синтеза гибридных нечетких решающих правил.

Внедрение данной методологии в когнитивной психологии позволит создать предпосылки для создания систем поддержки принятия решений когнитивного психолога для решения задач прогнозирования, диагностики, профилактики и реабилитации функций внимания для различной категории обследуемых. Использование такой системы позволит повысить качество оценки и реабилитации исследуемой когнитивной функции.

В ходе разработки автоматизированной системы были получены следующие результаты:

1. Проанализирована структура данных, описывающих состояние свойств функций внимания, существенных экзогенных и эндогенных факторов, влияющих на состояние исследуемой когнитивной функции. Обосновано применение методологии синтеза гибридных нечетких решающих правил для решения поставленных в работе целей и задач.

2. Разработан метод синтеза гибридных математических моделей комбинированной оценки свойств функций внимания, основанный на использовании количественных оценок таких свойств внимания, как: концентрированность, объем, селективность, переключаемость, распределяемость и устойчивость, в сочетании с энергетическими характеристиками профильных биологически активных точек и информацией, получаемой при анализе биотоков мозга, который позволил синтезировать гибридные решающие правила, обеспечивающие повышение качества оценки состояния когнитивных функций внимания в условиях нечеткого и неполного представления исходных данных при пересекающейся структуре классов.

3. Предложен метод синтеза решающих правил прогнозирования и ранней диагностики свойств внимания по их количественным характеристикам в сочетании с показателями функционального резерва и времени наблюдения, позволивший получить математические модели прогнозирования и ранней диагностики исследуемых свойств внимания с требуемой для практики точностью.

4. Разработана информационно-аналитическая модель взаимосвязей гибридных моделей с блоком неоднородных информативных признаков, описывающих существенные эндогенные и экзогенные факторы, влияющие на состояние функций внимания; использование данной модели позволяет рационально структурировать базу знаний системы поддержки принятия решений врача когнитивного психолога.

5. Синтезированы математические модели прогнозирования и ранней диагностики нарушений свойств функций внимания у операторов человеко-машинных систем, использующие гибридные нечеткие модели, в которых используется информация, характеризующая различные психофизиологические характеристики организма, обеспечивающие прогностическую уверенность не ниже 0,83, а уверенность в наличии ранних стадий нарушений когнитивных функций внимания – не ниже 0,87.

6. Разработана структура базы знаний и алгоритм управления для системы поддержки принятия решений когнитивного психолога, позволяющие гибко управлять тактикой работы с обследуемым в зависимости от состояния анализируемых свойств внимания и психофизиологических особенностей организма, что обеспечивает повышение качества принятия решений по ведению пациентов с прогнозируемыми или нарушенными когнитивными функциями внимания.

7. Проведена апробация предложенных методов, моделей и алгоритма, которая показала, что предлагаемые в работе решения обеспечивают приемлемое качество прогнозирования и ранней диагностики нарушений когнитивных функций внимания, возникающих и развивающихся под воздействием различных экзогенных и эндогенных факторов, причем диагностическая значимость положительных и отрицательных результатов превышает величину 0,83, а диагностическая эффективность – 0,87, что позволяет рекомендовать их к практическому использованию.

UDC 502.7:502.55

M. I. Gorbacheva

Southwestern State University, Kursk

WIRELESS ELECTRONIC SYSTEM OF ECOLOGICAL ATMOSPHERIC MONITORING

A portable and efficient environmental monitoring system based on the WSN wireless network was developed using the MATLAB Support Package, which controls various environmental parameters, such as temperature, humidity, air quality and pressure. This work focuses on a wireless approach for environmental monitoring of the atmosphere.

Keywords: WSN wireless network, sensor, Arduino UNO microcontroller, MATLAB Support Package, graphic interface.

The protection of human vital interests from the possible negative effects of natural and man-made emergencies, as well as their consequences, requires ensuring the environmental safety of a person, as well as a permanent integrated monitoring system for changing environmental conditions under the influence of natural and anthropogenic factors [1, 2]. The developed electronic system, which is portable and cost-effective, allows solving the problems presented above.

According to Figure 1, the work of the proposed system is as follows. First, the individual sensors are calibrated, and then they are connected to the analog inputs of the Arduino UNO microcontroller. This controller is integrated with a 10-bit ADC, which converts analog signals to digital output. This built-in board supports USB. The miniature and user-friendly character makes it more excellent than other modern microcontrollers [4]. This microcontroller has more built-in tools, such as + 5V, analog and digital outputs. It does not have a power connector on board. Due to the ability to automatically switch the microcontroller, external power jumpers are not required. Using

Arduino simplifies the process of working with microcontrollers.

Further, the information goes to the XBee module, designed for simple serial communication, as well as for transmitting and receiving data. The module uses TX and RX pins. These two contacts allow you to send and receive data. The data then goes to the wireless sensor network (WSN). Wireless Communications (WSN) is a fast-paced technology that provides flexibility and mobility in our environment. A significant advantage of wireless transmission is the significant reduction and simplification of the design.

The developed system based on the Arduino UNO microcontroller using the MATLAB Support Package software provides real-time monitoring of the atmosphere. In the existing system, it was decided to use the Arduino UNO microcontroller platform to deploy WSN nodes. WSN technology makes the system reliable and less costly. This makes it possible to operate and deploy various sensors faster, since this network provides various properties of the sensor nodes. MEMS are inertial sensors, pressure sensors, temperature sensors, humidity sensors, strain gauges and various piezoelectric and capacitive proximity sensors. Over the past decade, Wireless Sensor Network (WSN) technology has been widely used in many real-time applications, and these miniature sensors can be recognized, processed and exchanged thanks to the Wireless Sensor Network (WSN). Most wireless sensor nodes are capable of measuring temperature, acceleration, illumination, illumination, humidity, the level of gases and chemical materials in the environment [4].

WSN is an assembly of wireless sensor nodes. Coordination between sensory nodes makes it possible to process and collect information in large quantities [5, 6]. Special networks can also be created. As a rule, WSNs are divided into two types: structured and unstructured. In an unstructured WSN, sensor nodes are not deployed properly, without careful planning. After the deployment of nodes, monitoring and data processing are performed in an automatic environment. In a structured WSN, nodes are deployed according to a pre-planned approach.

A structured wireless sensor network is superior to an unstructured one because the costs and maintenance required to deploy a site are lower. Nodes in a structured WSN are located at exact locations to provide coverage, while unstructured deployment has open areas. The wireless sensor network is designed to provide coordination between physical conditions and the Internet world.

Advantages of WSN:

- more accurate;
- flexible;
- cost effective;
- easy to install.

Further, information is transmitted via wireless networks to a personal computer, where the MATLAB Support Package software is built-in - a programming tool used for this system to display the received information.

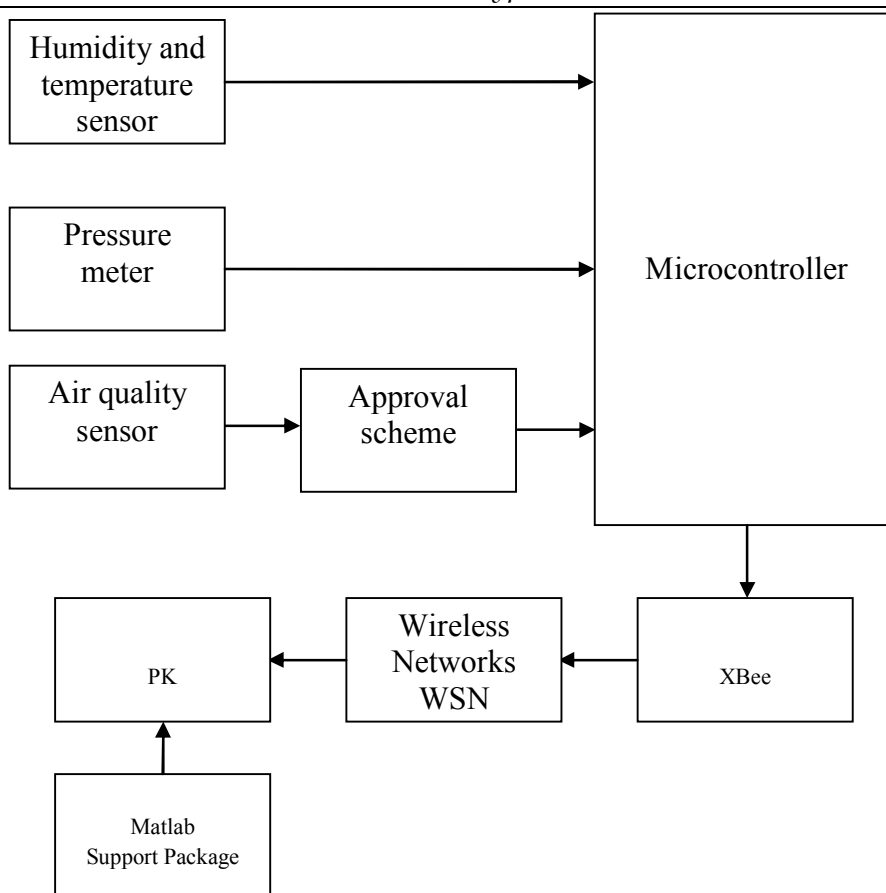


Fig. General block diagram of a wireless system

Using this WSN-based electronic atmosphere monitoring system, conventional environmental monitoring methods can be transformed. In addition, it offers users some advantages over other systems, since it is cross-platform, simple, and uses an understandable programming environment.

Reference

1. Заброда Н. Н., Артеменко М. В., Елисеев Ю. Ю. Влияние природных и антропогенных факторов на заболеваемость в регионе // Системный анализ и моделирование. Курск: Изд-во КГМУ, 2006. 256 с.
2. Заброда Н. Н., Артеменко М. В. Гигиеническая характеристика региона Курской магнитной аномалии и заболеваемость коренных жителей // Гигиена и санитария. 2008. № 5. С. 35-38.
3. Asatryan R. S., Karayan H. S., Khachatryan N. R. Infrared optical-electronic fire prevention scanning system // Colloquium-journal. 2019. N 21-2 (45). P. 30-32.
4. Asatryan R. S. Infrared monitoring of industrial gas emissions into the atmosphere and heat sources on the surface of the earth / R. S. Asatryan,

Н. S. Karayan, N.R. Khachatryan // Colloquium-journal. 2019. N 21-2 (45). P. 30-32.

5. Method for monitoring illegal tree felling using radio frequency devices and a wireless sensor network / S. P. Sannikov, V. V. Pobedinsky, I. V. Borodulin, A. A. Pobedinsky // Systems. Methods Technologies. 2017. N 1 (33). P. 118-123.

6. Parfenov V. I., Le V. D. Analysis of performance indicators of information processing algorithms in wireless sensor networks // In the collection: Radar, navigation, communication Proceedings of the XXV International scientific and technical conference dedicated to the 160th anniversary of the birth A.C. Popova. In 6 volumes. 2019. N 70. P. 63-70.

УДК 616.007

В. Е. Агибалова

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Курск

ВЛИЯНИЕ ИНФАРКТА МИОКАРДА НА ЛЮДЕЙ ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТА

С возрастом одной из основных непосредственных причин смерти от сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) является инфаркт миокарда (ИМ), который является одной из клинических форм ишемической болезни сердца. Летальность от ИМ доходит до 30–35% у пациентов старше 60 лет, госпитализированных в профильные кардиологические стационары. Как правило, возрастные пациенты с ИМ имеют много отягощающих факторов течения заболевания: сопутствующая артериальная гипертензия, дислипидемия, ожирение, сахарный диабет/нарушение толерантности к глюкозе, вредные привычки (курение), чаще подвержены депрессивным расстройствам и стрессу.

Ключевые слова: инфаркт миокарда, сердечно-сосудистые заболевания, ишемическая болезнь сердца.

Важное значение в цепи лечения пациента отводится первичному звену – скорой медицинской помощи, которая должна правильно поставить диагноз и вовремя доставить пациента в специализированный кардиологический стационар. Ведь адекватная диагностика играет решающую роль в благоприятном исходе заболевания. И если существует много догоспитальных схем лечения для более молодых пациентов с острым коронарным синдромом, то для пожилых людей нет четко выработанной тактики. Все вышесказанное определило цели и задачи проводимой работы [2].

Цель: изучить особенности возникновения и лечения инфаркта миокарда у людей пожилого и старческого возраста на примере больницы скорой медицинской помощи г. Курска.

Задачи:

1. Рассмотреть функциональные и физиологические особенности пожилого возраста и их влияние на сердечно-сосудистую систему у больных пожилого и старческого возраста.
2. Проанализировать особенности возникновения и клинической картины ишемической болезни сердца у лиц пожилого и старческого возраста.
3. Выявить этапы дифференциально-диагностического поиска и лечения инфаркта миокарда у больных пожилого возраста.
4. Провести диагностику лечения (история болезней).
5. Изучить особенности оказания медицинской помощи пожилым больным с инфарктом миокарда на догоспитальном этапе.
6. Провести анкетирование пациентов с высоким риском развития ишемической болезни сердца: инфаркта миокарда.
7. Изучить профилактику лечения инфаркта миокарда у людей пожилого и старческого возраста.

По данным ВОЗ, главная причина смертей в самых развитых экономических странах – это именно болезни сердца. Рассматривая статистику Российской Федерации, мы видим, что болезни сердца обозначаются как болезни системы кровообращения. Рассматривая практический материал по прогнозам по росту заболеваемости ССЗ, мы видим увеличение доли населения именно старческого и пожилого возраста, в связи с этим и растет риск развития заболеваний сердца [3, 4].

Доля ССЗ в общей структуре смертности населения составляет 50% от всех смертей [1].

Объект нашего исследования – люди пожилого и старческого возраста с инфарктом миокарда. Мы проведем анализ заболеваемости по медицинским картам поступивших. Работа проводилась на базе ОБУЗ КГКБ СМП. Был проведен анализ статистической документации пациентов (медицинских карт стационарных больных форма № 003/У), получавших стационарное лечение в ОБУЗ КГКБ СМП с верифицированным диагнозом ишемическая болезнь сердца, инфаркт миокарда за 2019 год. Данные за 2019 год предоставлены кабинетом медицинской статистики ОБУЗ КГКБ СМП.

Методы исследования: метод анализа и синтеза теоретические, статистическая обработка полученных результатов с использованием прикладной программы Excel для Microsoft Office.

Кардиологическое отделение ОБУЗ КГКБ СМП работает с 1971 года. Отделение было развернуто на 70 коек. С 16 ноября 2009 года произведена реорганизация отделения: создано отделение кардиологии с ПРИТ на 30 коек и отделение кардиологии на 30 коек, куда госпитализируются все больные кардиологического профиля, кроме больных с острым коронарным синдромом (ОКС).

С каждым годом в кардиологическом отделении ОБУЗ КГКБ СМП увеличивается количество пролеченных больных с кардиологической патологией. Пациентам оказывается квалифицированная специализированная медицинская помощь в соответствии с имеющимися современными стандартами оказания медицинской помощи.

В отделение круглосуточно госпитализируются больные с ОКС и инфарктом миокарда. Все пациенты доставляются бригадами СМП по экстренным показаниям, минуя приёмное отделение, госпитализируются в ПРИТ, затем при стабилизации состояния переводятся в отделение. Пациентам оказывается квалифицированная специализированная медицинская помощь в соответствии с имеющимися современными стандартами оказания медицинской помощи, включая проведение тромболитической терапии. При наличии показаний для проведения ангиопластики пациенты переводятся в РСЦ.

При анализе данных выяснилось, что у многих людей из данной категории 50–59 лет болезнь протекает в безболезненной форме. Очень часто инфаркт миокарда протекает под маской респираторного заболевания или грудного радикулита. При анкетировании пациентов мы выявили, что если у человека сформируется болевая форма инфаркта, то она сопровождается быстрым развитием острой недостаточностью левого желудка. Также у лиц старческого возраста формируется кардиогенный шок, и от него летальность растет очень быстро, порядка 90%. Очень часто после возникновения ИБС у людей появляется сахарный диабет [5].

При анализе историй болезней выяснилось, что люди приходят на повторную диагностику через год, при этом выявляются либо новые очаги заболевания, либо даются определенные рекомендации, чтобы их не возникало. Конечно же, сюда подходит комплекс таких мероприятий, как лечение и диагностика. Вопросы диагностики с применением системного анализа рассмотрены в работе [6].

Людям пожилого и старческого возраста назначают лечебные процедуры, а также физические нагрузки, в данном случае – оздоровительная физкультура (в основном это пеший шаг порядка 3 км). Исходя из нашего исследования мы видим, что в таком возрасте, как от 60–74 лет, диагностика ИМ очень затруднена из-за имеющихся возрастных особенностей.

Поэтому людям преклонного возраста настоятельно рекомендовано проведение мониторинга своего состояния. В каждой больнице местного и областного назначения есть возможность проведения кардиограммы, далее уже доктор ее оцифрует и даст рекомендации, а также направление на обследование в кардиологический центр (отделение). Также мы выяснили, что проведенный анализ крови, не дает достоверной информации, поэтому в больнице следуют четкому сочетанию анамнеза и функциональной диагностики.

При написании практической части нами были разобраны принципы лечения инфаркта миокарда:

- купировать болевой приступ;
- ограничить зону некроза;
- поддержать сократительную способность миокарда;
- для профилактики тромбоэмболий врачом назначается лекарственный препарат.

В ходе изучения историй болезни (порядка 90 штук) было выявлено, что людям пожилого и старческого возраста была рекомендована реабилитация. Во-первых, психологическая – настроить себя на позитивный образ жизни, на ее продолжение, неунывание. В общую структуру реабилитаций входит и социальная, и психологическая, и физическая. Все это в комплексе помогает человеку справиться с данным болезнью.

Основные задачи медикаментозной терапии в домашних условиях:

- Снижение частоты болевых приступов, а еще лучше предотвращение их.
- Повышение толерантности к нагрузкам.
- Улучшение качества жизни.
- Снижение риска развития повторного инфаркта миокарда.
- Увеличение продолжительности жизни.

Из медикаментов применяются:

- нитраты;
- диуретики;
- ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента;
- сердечные гликозиды;
- малые дозы β -блокаторов.

При разборе историй болезни мы видим в каждом случае определенный этап лечения. В некоторых возрастных группах мы видели схожие назначения, пути решения данной болезни.

Также при рассмотрении историй, в которых были зарегистрированы случаи вызова скорой помощи, фиксировалось время пути до пациента (в среднем оно составляло 8–12 минут), время прибытия на место – у людей 50–59 лет порядка 20–23 минут, а у людей старческого возраста в группе 60–74 года врачи находились до 45 минут.

Подводя итог работе, мы сделали вывод о том, что людям нужно сразу обращаться в учреждение больницы при возникновении приступов ИМ, ведь несвоевременное оказание должной помощи может лишить человека жизни.

Список литературы

1. Влияние тромболитической терапии на динамику недостаточности кровообращения и процессы ремоделирования миокарда левого желудочка /

Г. П. Арутюнов, А. В. Розанов, Л. В. Степанова, А. А. Вершинин // Кардиология. 2001. № 3. С. 13 – 16.

2. Бобров В. А., Безюк М. М. Тромболизис при инфаркте миокарда. Берлин: Берингер Ингельфайм, 1997. 20 с.

3. ACC/AHA guidelines for the management of patients with ST– elevation myocardial infarction: a report of the American College of Cardiology // American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee to Revise the 1999 Guidelines for the Management of Patients with Acute Myocardial Infarction). 2015. Vol. 43, № 2. P. 55-177.

4. ACC/AHA Practice Guidelines. 1999 Update: ACC/AHA Guidelines for the management of patients with acute myocardial infarction: executive summary and recommendations. A report of the American of Cardiology / American Heart Associatio Task Force on Practice Guidelines (Committee on the management of acute myocardial infarctio // Circulation. 2013. Vol. 38, N 7. P. 77–143.

5. Acute myocardial infarction: phe – hospital and in – hospital management // The Task Force on Management of Acute Myocardial Infarction of the European Society of Cardiology. 2012. Vol. 32, N 7. P. 88-103.

6. Артеменко М. В., Кореневский Н. А., Дронова Т. А. Применение показателей системной организации в диагностическом процессе // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2003. Т. 2, № 1. С. 16-20.

УДК 004.891.3

З. У. Протасова

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Курск

ФОРМИРОВАНИЕ ДЕСКРИПТОРОВ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КРИТИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИССЛЕДОВАНИЯ КОНТИНУУМА РЕВЕРСИВНЫХ ВОЛЬТ-АМПЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК БИОМАТЕРИАЛА В ЗОНАХ АНОМАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ

Исследование направлено на создание интеллектуальных технологий, позволяющих прогнозировать критические состояния организма человека. Прогноз осуществляется путем анализа реакции платы на тестовые последовательности электрических импульсов напряжения, подаваемые на соответствующую критическому состоянию биологически активную точку или группы точек.

Ключевые слова: биоимпедансные исследования, аномальные зоны электропроводности, биологически активная точка, вольт-амперная характеристика.

В настоящее время пристальное внимание привлекает контроль текущего функционального состояния (ФС) человека, которое может достаточно быстро изменяться под действием различных экзогенных и эндогенных факторов. Следить за состоянием здоровья можно посредством различных носимых приборов – бипперов, которые умеют не просто хранить, но и анализировать данные о ФС конкретного пациента. К наиболее универсальным и наиболее доступным средствам получения информации о текущем состоянии организма относятся энергетические характеристики биологически активных точек (БАТ) [1, 2].

Одним из недостатков энергетических показателей БАТ является их высокая чувствительность к изменению неконтролируемых экзогенных и эндогенных факторов и, как следствие, высокий динамический диапазон фоновых значений этих показателей. Поэтому основным направлением в усовершенствовании методов контроля ФС на основе энергетических показателей БАТ является переход от абсолютных значений показателей к относительным значениям.

Получение относительного показателя предусматривает выбор схемы нормирования абсолютных значений измеряемой величины. Схемы основаны на нормировании по статистическим показателям или по выбранным шкалам (например, по максимальному отклонению). Однако в случае с БАТ использование таких схем нормирования не представляется возможным в связи с зависимостью статистических показаний не только от состояния экзогенной и эндогенной среды, но и от конституционных особенностей самого индивидуума.

Предлагаемая схема нормирования основана на контроле динамики энергетических характеристик БАТ в процессе периодического управляемого воздействия на БАТ экзогенным фактором.

В качестве экзогенного воздействия на БАТ использовались токовые посылки ступенчатой формы, эпюры которых представлены в правой нижней части рисунка 1. Реакцией первичного ответа служит ток в БАТ, который откладывается по оси ординат на графике вольт-амперной характеристики (ВАХ), представленной на рисунке 1.

Для определения «реакции платы» следует рассмотреть нисходящую ветвь ВАХ, которая на рисунке 1 показана красным цветом. Реакция платы – это разность ординат восходящей ВАХ (зеленой) и нисходящей ВАХ (красной) при общей для обеих ВАХ абсциссе. От абсолютных значений тока переходим к нормированным значениям путем деления его на соответствующую абсциссу (напряжение), то есть оперируем уже с электрическим сопротивлением БАТ.

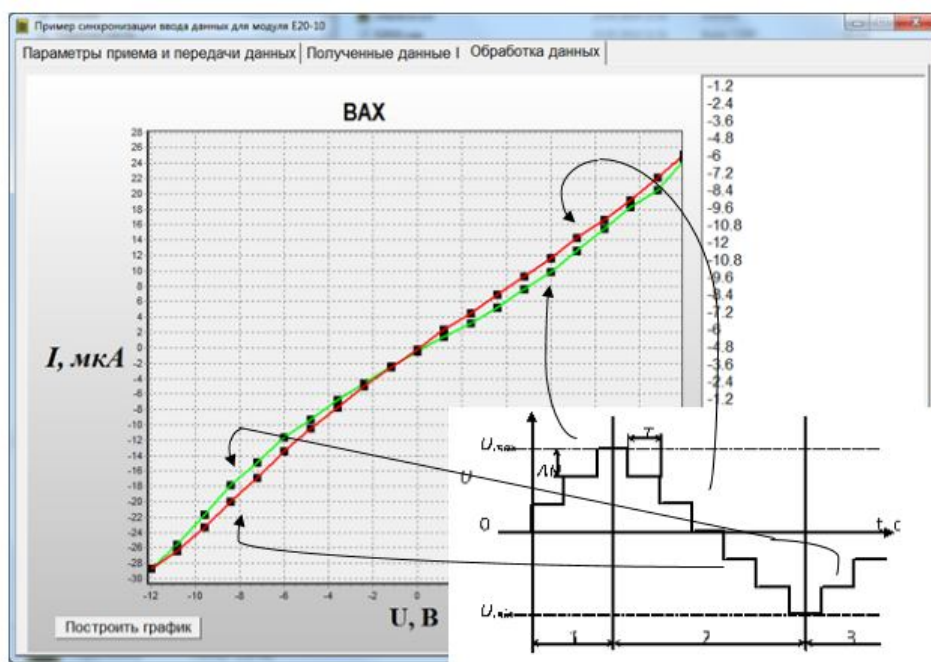


Рис. 1. Интерфейсное окно для построения графика ВАХ

Формирование пространства информативных признаков, предназначенного для классификации критических состояний человека, осуществлялось посредством анализа континуума реверсивных ВАХ БАТ. Каждая реверсивная ВАХ (см. рис. 1) состояла из восходящей и нисходящей ветвей [3-8]. Пространство информативных признаков строится для каждой информативной абсциссы и состоит из пар двухкомпонентных векторов.

Для принятия решения в таком классификационном пространстве используется автономный интеллектуальный агент. Число автономных интеллектуальных агентов соответствует числу информативных абсцисс, используемых для формирования пространства информативных признаков.

Каждая пара векторов соответствует информативной абсциссе, примеры которых показаны на рисунке 2. На этом рисунке показаны две информативных абсциссы, соответствующие ординатам I_1 и I_2 . Число информативных абсцисс и их координаты подбирались эмпирически.

Компонентам векторов соответствуют точки ВАХ, лежащие на этой абсциссе, таким образом, что первому вектору соответствуют точки пересечения абсциссы с восходящими ветвями ВАХ, а второму – нисходящими ветвями ВАХ.

Компоненты вектора определяются как

$$\Delta R_i = ((R_{i+1} - R_i) / R_i) \cdot 100 ; \quad (1)$$

$$\Delta R_j = ((R_{j+1} - R_j) / R_j) \cdot 100, \quad (2)$$

где $i = 0 \dots n-1, j=0 \dots n-1, n$ – число ВАХ в континууме; ΔR_i – относительное изменение сопротивления в двух смежных восходящих ВАХ; ΔR_j – относительное изменение сопротивления двух смежных нисходящих ветвей ВАХ.

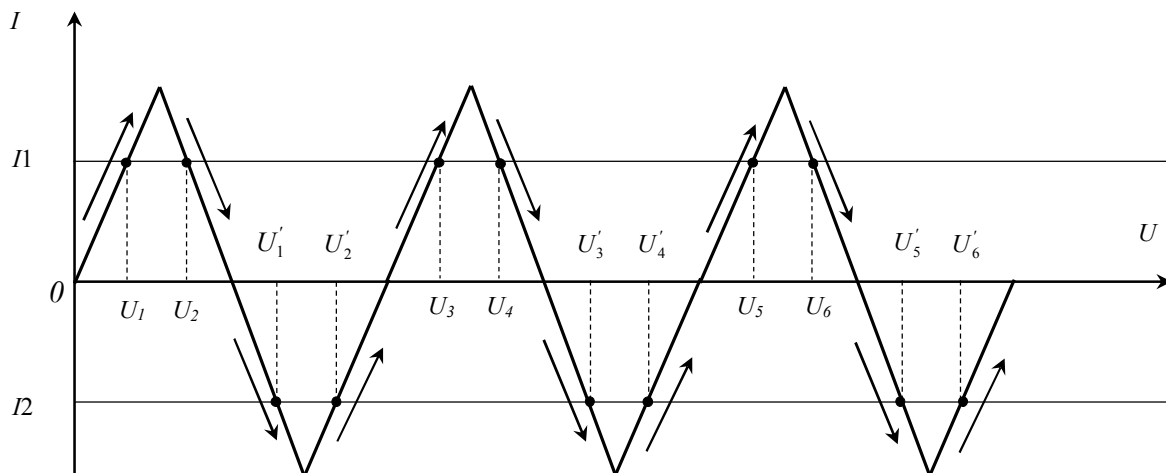


Рис. 2. Расположения исследуемых точек на ВАХ

Учитывая, что формулы (1) и (2) вычисляются при $I = \text{const}$, для каждой информативной абсциссы в первом квадранте может быть сформирован следующий вектор информативных признаков:

$$\{(\Delta R_1^1, \Delta R_1^2), (\Delta R_2^1, \Delta R_2^2), \dots, (\Delta R_k^1, \Delta R_k^2), \dots, (\Delta R_{n-1}^1, \Delta R_{n-1}^2)\}, \quad (3)$$

где верхними индексами 1 и 2 обозначены относительные изменения сопротивлений соответственно в восходящих и нисходящих ветвях ВАХ.

Если есть необходимость учитывать информативные признаки, получаемые по результатам анализа ВАХ и в третьем квадранте, то необходимо построить информативную абсциссу для отрицательных токов, которые откладываются в третьем квадранте, и получить вектор информативных признаков, аналогичный выражению (3).

Предложенным методом решалась задача прогнозирования хирургического риска. В данном случае под критическим состоянием понималась неготовность пациента успешно перенести хирургическое лечение с минимальными осложнениями и без назначения дополнительного лечения. Исследования оперативного риска проводились на протяжении 2017-2019 годов на базе больницы скорой медицинской помощи г. Курска. В урологических отделениях наблюдались пациенты, которым было рекомендовано хирургическое лечение доброкачественной гиперплазии предстательной железы (ПЖ). При проведении предоперационных мероприятий помимо лабораторно-клинических исследований проводились исследования БАТ согласно вышеизложенной методике.

Прогностическая эффективность метода исследовалась на автономных интеллектуальных агентах, построенных на основе искусственных нейронных сетей прямого распространения (ИНСПР). При построении ИНСПР использовались различные сочетания БАТ, различное количество векторов информативных признаков (информативных абсцисс) и различное количество ВАХ в континууме. Программная реализация ИНСПР осуществлялась посредством программного обеспечения, разработанного на кафедре биомедицинской инженерии ЮЗГУ и выполненного в среде MATLAB [10, 11].

Максимальная диагностическая чувствительность исследованных моделей автономных интеллектуальных агентов на контрольной выборке составила 84%, диагностическая специфичность – 93%, диагностическая эффективность – 90%, причем включение в прогностический процесс одной дополнительной БАТ повышает показатели качества классификации в среднем на 6%.

Полученные сравнительные диагностические характеристики работы интеллектуальных агентов по определению хирургического риска на примере прогнозирования послеоперационных осложнений при хирургическом лечении предстательной железы позволяют рекомендовать предложенные технологии анализа реакции биологически активных точек на последовательности тестовых импульсов электрического напряжения для практического использования в системах диагностики урологических заболеваний. В перспективе дальнейших исследований возможно использование бипперов на основе мониторинга состояния БАТ для донозологической диагностики инфекционных заболеваний.

Исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ в рамках научного проекта № 19-38-90116.

Список литературы

1. Виртуальные потоки в гибридных решающих модулях классификации сложноструктурируемых данных / А. В. Киселев, Д. Ю. Савинов, С. А. Филист, О. В. Шаталова, В. В. Жилин // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2018. № 2 (42). С. 137-149.
2. Диагностические системы на основе анализа вольт-амперных характеристик биоактивных точек / Н. А. Корневский, С. А. Филист, О. В. Шаталова, К. Д. А. Кассим, В. В. Руденко // Биотехносфера. 2013. № 5 (29). С. 33-38.
3. Моделирование биоимпедансных исследований средствами MATLAB / С. В. Дегтярев, О. В. Шаталова, А. Ф. Рыбочкин, А. А. Кузьмин // Медицинская техника. 2013. № 4 (280). С. 27-29.
4. Мохаммед А. А., Филист С. А., Шаталова О. В. Моделирование импеданса биоматериалов в среде MATLAB // Известия Юго-Западного госу-

дарственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2013. № 4. С. 73-78.

5. Шаталова О. В., Суржикова С. Е., Богданов А. С. Применение автоматизированной системы для исследования вольт-амперных характеристик биоматериалов // Биомедицинская радиоэлектроника. 2014. № 9. С. 43-46.

6. Филист С. А., Шаталова О. В., Богданов А. С. Модели биоимпеданса при нелинейной вольт-амперной характеристике и обратимом пробое диэлектрической составляющей биоматериала // Бюллетень сибирской медицины. 2014. Т. 13, № 4. С. 129-135.

7. Суржикова С. Е., Шаталова О. В., Федянин В. В. Программно-аппаратный комплекс для анализа вольт-амперных характеристик биоактивных точек на основе модуля L-CARD E20-10 // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2015. № 2 (30). С. 150-161.

8. Исследование проводимости биоматериалов в биоактивных точках при циклических воздействиях токами различной полярности / С. Е. Суржикова, Ю. Б. Мухатаев, Л. В. Плесканос, О. В. Шаталова // Биомедицинская радиоэлектроника. 2016. № 9. С. 32-37.

9. Параметрические модели биоимпеданса для идентификации функционального состояния живой системы / К. Д. А. Кассим, И. А. Ключиков, О. В. Шаталова, З. Д. Яа // Биомедицинская радиоэлектроника. 2012. № 4. С. 50-56.

10. Филист С. А., Шаталова О. В., Ефремов М. А. Гибридная нейронная сеть с макрослоями для медицинских приложений // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2014. № 6. С. 35-69.

11. Нейросетевые модули с виртуальными потоками для классификации и прогнозирования функционального состояния сложных систем / А. В. Киселев, Т. В. Петрова, С. В. Дегтярев, А. Ф. Рыбочкин, С. А. Филист, О. В. Шаталова, В. Н. Мишустин // Известия Юго-Западного государственного университета. 2018. № 4 (79). С. 123-134.

УДК 616-12.07

А. В. Винников

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Курск

ОБЗОР МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

В данной статье рассматривается проблема диагностики сердечно-сосудистых заболеваний и методы диагностики сердечно-сосудистых заболеваний на основе искусственного интеллекта как пути её решения.

Ключевые слова: диагностика, искусственный интеллект, сердечно-сосудистые заболевания, электрокардиография.

В современной медицине диагностика заболеваний сердечно-сосудистой системы играет очень важную роль. Это обусловлено тем, что данная группа болезней занимает лидирующую позицию в структуре смертности и потере трудоспособности во многих странах мира. В связи с этим актуальность проблемы поиска новых методов диагностики сердечно-сосудистых заболеваний и усовершенствования уже существующих методик с целью повышения их результативности и снижения числа случаев смерти от сердечно-сосудистых заболеваний сохраняет свою значимость как в медицинской, так и в социальной сфере.

Сердечно-сосудистые заболевания – это основная причина смерти во многих странах мира, и ни одна другая причина не характеризуется ежегодно таким большим количеством смертей. По оценкам экспертов, в 2016 году от сердечно-сосудистых заболеваний умерло около 17,9 миллиона человек, что является 31% всех случаев смерти, зарегистрированных в мире в данном году. 85% случаев смерти явились следствием инсульта и сердечного приступа. 75% летальных исходов, причиной которых стали сердечно-сосудистые заболевания, произошли в странах со средним и низким уровнем дохода. Из почти 17 миллионов смертей из-за неинфекционных заболеваний, зарегистрированных в возрасте до 70 лет, около 82% случаев относятся к странам со средним и низким уровнем дохода, при этом причиной 37% являются сердечно-сосудистые заболевания [1].

Высокая распространённость болезней системы кровообращения и связанные с ними медицинские, социальные и экономические проблемы, сохраняющие свою актуальность в современном обществе, привлекают внимание мирового сообщества и многочисленных специалистов к их решению путём проведения своевременных диагностических мероприятий и раннего выявления сердечно-сосудистых заболеваний. С этой целью используются современные методы диагностики сердечно-сосудистых заболеваний и разрабатываются новые, более эффективные методики и технологии, в большинстве своём основанные на применении искусственного интеллекта.

Наиболее часто используемым современным методом диагностики сердечно-сосудистых заболеваний в наши дни является электрокардиография – методика, заключающаяся в регистрации и исследовании электрических полей, которые образуются при работе сердца. Электрокардиография – это относительно недорогой, но весьма ценный метод, относящийся к электрофизиологической инструментальной диагностике в кардиологии. Результатом данного метода является электрокардиограмма – графическое представление разности потенциалов, которые возникают в ходе работы сердца и проводятся на поверхность тела. На сегодняшний день существует множе-

ство программных комплексов, позволяющих проводить обработку результатов на основе искусственного интеллекта, что повышает точность диагностики и снижает затраты времени на её проведение. Очень важную роль электрокардиография играет в диагностике инфаркта миокарда и коронарной недостаточности [2].

Другой довольно часто применяемый метод диагностики сердечно-сосудистых заболеваний – эхокардиография с цветной доплерографией – является методикой ультразвуковой диагностики заболеваний системы кровообращения и проводится, как правило, на современных ультразвуковых аппаратах. С помощью цветной доплерографии можно диагностировать пороки сердца на ранних стадиях, оценивать качество их оперативного лечения (а также других болезней системы кровообращения). Помимо этого проводится компьютерная обработка полученных в результате эхокардиографического исследования показателей с возможностью дальнейших диагностики и прогнозирования патологических состояний сердца и сосудов [3]. Кроме того, основанная на искусственном интеллекте «живая» трех-мерная эхокардиография является одним из немногих неинвазивных методов диагностики, предоставляющих полную информацию о дефектах межжелудочковой или межпредсердной перегородок, клапанных и других патологических состояниях сердца.

Холтеровское мониторирование электрокардиограммы является ещё одним весьма востребованным методом диагностики сердечно-сосудистых заболеваний. В процессе исследования производится непрерывная регистрация электрокардиограммы, как правило, в течение суток. Запись по нескольким каналам (возможно до 12 каналов) осуществляет специальный портативный аппарат – регистратор, который пациенту необходимо носить с собой (на поясе или через плечо) [4]. Кроме того, существует метод суточного мониторирования артериального давления. По полученным результатам можно определить дневные, ночные, среднесуточные показатели артериального давления, оценить влияние терапии на все компоненты суточного профиля [5].

Но, несмотря на высокую эффективность вышеперечисленных методов, проблема разработки новых технологий и методик в диагностике болезней системы кровообращения остается весьма актуальной. В связи с этим в последние годы возникло множество новых методов диагностики сердечно-сосудистых заболеваний на основе искусственного интеллекта. Рассмотрим некоторые из них более подробно [6,7]:

1. Современная магнитно-резонансная томография позволяет получить обширное представление о площади постинфарктного рубца миокарда и его свойствах. Для этого применяется позднее контрастирование гадолинием, благодаря чему можно четко определить границу между рубцом и неповре-

жденной стенкой миокарда. Показатели гемодинамики пациента с помощью данного метода оцениваются в 3 раза точнее, чем с использованием ангиографии.

2. Активно внедряющимся современным методом исследования является фазовый анализ внутрисердечной гемодинамики. Метод позволяет обнаружить гемодинамические изменения в сердечных камерах во время различных фаз сердечного цикла. Данная возможность возникает при одновременной регистрации одноканальной электрокардиограммы с восходящей аорты и записи реограммы аорты в соответствии с технологией Cardiacode. Это высокоинформативный малоинвазивный метод, который позволяет выявить пациентов группы риска, установить диагноз и подобрать стратегию лечения.

3. Весьма перспективным методом диагностики сердечно-сосудистых заболеваний является двухканальная компьютерная томография, также называемая малоинвазивной ангиографией. Данный метод делает возможным получение изображений коронарного русла подходящего для диагностики качества. Суть метода – одновременное посегментное томографическое исследование с помощью двух рентгеновских излучателей, которые расположены перпендикулярно друг другу. Благодаря временному разрешению метода даже при высокой частоте сердечных сокращений можно получить качественное изображение. Кроме того, дозовая нагрузка уменьшена на 50%, что связано с синхронизацией излучателя и электрокардиограммы пациента.

4. Медико-генетическое консультирование, проводимое до зачатия или на ранних сроках беременности – один из эффективнейших методов в профилактике наследственных болезней. Порок сердца является генетическим заболеванием, которое может наследоваться, а также возникать вследствие таких факторов, как инфекционные заболевания мочеполовой системы у родителей, неблагоприятные экологические факторы, вредные привычки родителей и прочее.

Стоит также отметить некоторые технологические новинки, созданные на основе искусственного интеллекта и являющиеся новым словом в технической базе диагностики сердечно-сосудистых заболеваний:

– цифровые стетоскопы, позволяющие врачам и пациентам моментально измерить температуру тела, не контактируя с кожей, записывать звуки легких и сердца, измерить частоту сердечных сокращений, а также автоматически сохранять полученные данные в приложении (пример – цифровой стетоскоп EcoCore) [8];

– умные часы, которые могут мониторировать уровень артериального давления, частоту пульса, насыщение кислородом крови, вычислять средний показатель давления и т. д. (пример – умные часы Omron Heartguide) [9];

– регистраторы электрокардиограммы, отличающиеся компактностью, высокой скоростью работы и высокой точностью результата; кроме того, гаджет способен неинвазивным способом определять, когда содержание калия

в крови превышает норму, указывая на диабет или сердечную недостаточность (пример – регистратор AliveCorKardia) [10].

На базе кафедры биомедицинской инженерии ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» и консультативной поликлиники БМУ «Курская областная клиническая больница» также создаются приборы и разрабатываются методы диагностики сердечно-сосудистых заболеваний на основе искусственного интеллекта. Примерами могут служить: «Способ мониторинга степени тяжести ишемических поражений нижних конечностей и устройство для его осуществления» авторов Н. А. Корневского, А. В. Быкова, М. В. Артёменко и Д. Е. Скопина [11]; «Способ оценки степени тяжести ишемического процесса центральной гемодинамической системы» авторов Н. А. Корневского и А. В. Быкова [12].

Проблема диагностики сердечно-сосудистых заболеваний чрезвычайно актуальна в современном обществе, и для её решения требуется применение колоссального количества сил и ресурсов. Применение искусственного интеллекта облегчает эту задачу, делает процесс диагностики проще и эффективнее. Однако разработка и усовершенствование методов диагностики сердечно-сосудистых заболеваний не может полностью решить данную проблему. Для этого также необходимо сделать медицинскую помощь доступной для всех слоёв населения, повысить число высококвалифицированных специалистов-диагностов и сформировать у населения культуру здорового образа жизни, что позволит в дальнейшем повысить эффективность лечения и профилактики сердечно-сосудистых заболеваний и выявлять данную группу болезней на раннем и догоспитальном этапах.

Список литературы

1. Сердечно-сосудистые заболевания [Электронный ресурс] // ВОЗ. М.: Copyright, 2019. URL: [https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds)) (дата обращения: 10.05.2020).

2. Стручков П. В., Цека О. С. Компьютерная электрокардиография. Возможности и перспективы // Функциональная диагностика. 2011. № 3. С. 100-101.

3. Рекомендации Европейской Эхокардиографической Ассоциации. Стресс-эхокардиография: согласованное мнение экспертов Европейской Эхокардиографической Ассоциации (ЕАЕ) (часть Европейского Кардиологического Общества) // Российский кардиологический журнал. 2013. № 4. С. 1-28.

4. Рябыкина Г. В. Использование холтеровского мониторирования ЭКГ для диагностики ишемии миокарда у больных с различной сердечно-сосудистой патологией // Сердце: журнал для практикующих врачей. 2012. № 6(6). С. 283-292.

5. Стародубова А. В., Копелев А. А. Суточное мониторирование артериального давления // Лечебное дело, 2010. № 1. С. 59-67.

6. Дюжиков А. А. Современные методы диагностики и лечения сердечно-сосудистых заболеваний в Ростовской области // Главврач Юга России. 2015. № 1(42). С 6-9.

7. Шкловский Б. Л. Инновационные методы лечения кардиологических больных в условиях многопрофильного госпиталя // Военно-мед. журнал. 2016. № 5. С. 92-96.

8. EcoCore [Electronic resource] // EcoHealth. URL: <https://ekohealth.com/core/> (date of the application: 12.05.2020).

9. Omron Heartguide [Electronic resource] // Omron Healthcare. URL: <https://omronhealthcare.com/products/heartguide-wearable-blood-pressure-monitor-bp8000m/> (date of the application: 12.05.2020).

10. AliveCorKardia Mobile [Electronic resource] // AliveCor. URL: <https://www.alivecor.com/kardiamobile/> (date of the application: 10.08.2019).

11. Пат. 2688386 Российская Федерация, МПК А61В 5/0295. Способ мониторинга степени тяжести ишемических поражений нижних конечностей и устройство для его осуществления / Кореневский Н. А., Быков А. В., Артёмко М. В., Скопин Д. Е.; заявитель и патентообладатель Юго-Зап. гос. ун-т. № 2017145620; заявл. 25.12.17; опубл. 22.05.19, Бюл. № 15. 18 с.

12. Пат. 2686420 Российская Федерация, МПК А61В 5/026 (2006.01), G01N 33/50 (2006.01). Способ оценки степени тяжести ишемического процесса центральной гемодинамической системы / Кореневский Н. А., Быков А. В.; заявитель и патентообладатель Юго-Зап. гос. ун-т. № 2017114054; заявл. 24.04.17; опубл. 25.04.19, Бюл. № 12. 10 с.

УДК 617.7

Д. А. Коняев¹, А. А. Титов²

¹ Тамбовский филиал МНТК «Микрохирургия глаза имени академика С. Н. Фёдорова», Тамбов

² ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Курск

ВЛИЯНИЕ ВИТАМИНА D НА ЗРИТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ БОЛЬНЫХ ВМД И КАТАРАКТОЙ В ПОЖИЛОМ ВОЗРАСТЕ

Целью исследования является изучение влияния витамина D на зрительные функции больных ВМД и катарактой в пожилом возрасте в инновационной и стандартной терапии.

Ключевые слова: возрастная макулярная дегенерация, катаракта, пожилой возраст.

Инновационная терапия обусловлена статистически значимым влиянием на повышение уровня 25 (ОН)Д в плазме крови больных ВМД пожилого возраста (рис.). Исходно низкий уровень 25 (ОН)Д, соответствующий состоянию дефицита, к моменту завершения инновационного лечения увеличился более чем в 2 раза ($p < 0,001$), а в среднем соответствовал норме. Однако в контрольной группе больных аналогичного возраста с ВМД, получавших стандартную терапию без витамина Д, его уровень не претерпел достоверных изменений. Как до начала проведения лечебных мероприятий, так и после завершения содержание в плазме крови 25 (ОН)Д соответствовало в контрольной группе дефициту данного витамина.

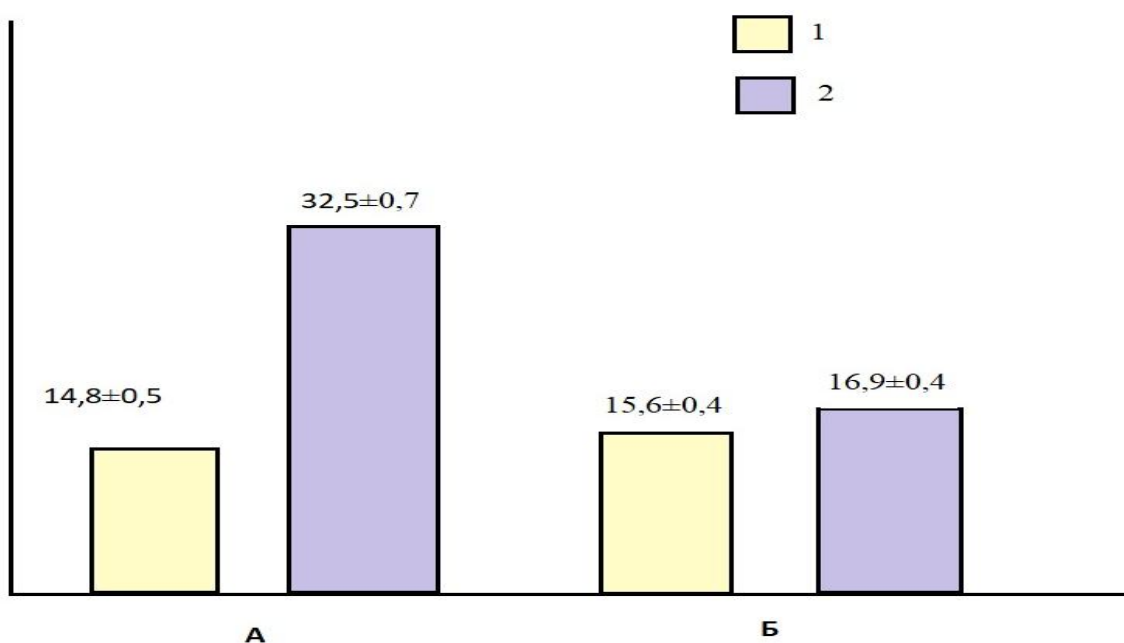


Рис. Средний уровень 25 (ОН)Д в плазме крови пожилых ВМД на фоне консервативного лечения в основной (А) и контрольной (Б) группах ($M \pm m$, нг/мл):
1 - исходные значения, 2 - завершение лечения

По оси абсцисс располагаются основная и контрольная группы, по оси ординат – уровень в сыворотке крови 25(ОН)Д (нг/мл).

Структура пациентов с ВМД в сравниваемых группах в зависимости от степени отклонений от референсных значений достоверно отличается после выполненной консервативной терапии (табл. 1). Из представленных в таблице 1 данных видно изменение структуры пациентов с ВМД пожилого возраста по степени выраженности содержания 25 (ОН)Д в плазме крови в основной группе. В последней на момент завершения инновационной терапии отсутствовали лица с выраженным дефицитом 25(ОН)Д. Удельный вес больных с выраженным дефицитом в контрольной группе статистически значимо не изменился. В основной группе после лечения достоверно уменьшилось число больных ВМД, имеющих дефицит 24 (ОН)Д в плазме крови, а в срав-

ниваемой группе – изменений не выявлено. Под воздействием инновационной терапии у большинства больных ВМД к моменту завершения лечения уровень 25 (ОН)Д в плазме крови соответствовал референсным величинам. В контрольной группе таких изменений не произошло, и по-прежнему лишь у незначительной части пациентов отмечалось референсное содержание 25 (ОН)Д.

Таблица 1

Распространение больных ВМД пожилого возраста по выраженности дефицита 25(ОН)Д в плазме крови в основной и контрольной группах

Содержание 25(ОН)Д, единица измерения	Инновационная терапия		Стандарная терапия	
	до лечения	после лечения	до лечения	после лечения
Выраженный дефицит, %	63,0±7,1	0,0*	58,7±7,3	54,3±7,3
Дефицит, %	19,6±5,9	2,2±2,2*	17,4±5,6	19,6±5,9
Недостаточность, %	6,5±3,6	4,3±3,0	8,7±4,2	8,7±4,2
Норма, %	10,9±4,6	93,5±3,6*	15,2±5,3	17,4±5,6

* Достоверное различие в сравнении с исходным.

Не произошло и существенной динамики основных зрительных функций у пожилых пациентов с ВМД контрольной группы (табл.2). Достоверное улучшение зрительных функций после стандартной терапии отмечено лишь по визоконтрастOMETрии, хотя по данному критерию в основной группе наблюдалось общее увеличение показателя ($p < 0,001$). Максимально скорректированная острота зрения статистически значимо повысилась в основной группе, а в контроле – незначительно ($p < 0,05$). Аналогичная закономерность характерна для поля зрения, никтометрии с достоверным превышением на фоне инновационного лечения. Однако, несмотря на повышение остроты зрения без коррекции в основной группе, оно, как и в контрольной группе, было недостоверным. Практически без изменений в обеих группах осталась толщина хрусталика.

Таблица 2

Динамика основных зрительных функций у пожилых пациентов с ВМД в процессе лечения ($M \pm m$)

Наименование показателя, единица измерения	Основная группа		Контрольная группа	
	исходно	после терапии	исходно	после терапии
Острота зрения без коррекции, ед.	0,30±0,03	0,39±0,04	0,32±0,02	0,35±0,03
Максимально скорректированная острота зрения, ед.	0,42±0,04	0,56±0,04*	0,44±0,03	0,48±0,04
Поле зрения, градус	465,8±0,3	487,8±2,8*	**469,3±3,1	475,2±2,9
Толщина хрусталика, мм	4,8±0,02	4,5±0,03	4,6±0,03	4,4±0,04

Окончание табл. 2

Наименование показателя, единица измерения	Основная группа		Контрольная группа	
	исходно	после терапии	исходно	после терапии
Никтометрия, сек	42,5±2,2	36,4±2,1*	**45,1±2,2	40,5±2,0
Визоконтрастометрия, цикл/градус	10,2±1,2	17,9±0,9*	12,2±1,0	15,3±0,8*

* Достоверное различие в сравнении с исходным.

** Достоверное различие в сравнении с контрольным.

Выявленный корреляционный анализ между рассмотренными зрительными функциями и содержанием в плазме крови 25 (ОН)Д, входящего в состав инновационной терапии, выявил в основной группе больных ВМД пожилого возраста наличие прямой значимой связи ($r = +0,43$, $p < 0,01$) с максимально коррегированной остротой зрения с визоконтрастометрией ($r = +0,48$, $p < 0,01$), с полем зрения ($r = +0,31$, $p < 0,05$) и с остротой зрения без коррекции ($r = +0,34$, $p < 0,05$). У пациентов с ВМД, получавших стандартную терапию, достоверных корреляционных связей между уровнем 25 (ОН)Д и изученными зрительными функциями не установлено.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что инновационная терапия ВМД в пожилом возрасте является более эффективной по большинству зрительных функций, а наличие витамина Д в составе данной терапии способствует улучшению этих зрительных функций в большей степени, чем стандартная терапия.

Список литературы

1. Трубилин В. Н., Орлова О. М., Бояринцева М. А. Тактика лечения больных с катарактой в сочетании с ВМД // Тезисы научно-практической конференции офтальмологов, посвященной 50-летию юбилею кафедры глазных болезней медицинского института РУДН. М., 2015. С. 148-149.

2. Заболотный А. Г., Мисакьян К. С. Фармакопрофилактика прогрессирования ВМД при хирургии катаракты у больных с сочетанной офтальмопатологией // Кубанский научный медицинский вестник. 2013. Т. 137, № 2. С. 19-21.

3. Прокопьева М. Ю., Шаимов Р. Б., Шаимова Т. А. Характеристика возрастной макулярной дегенерации при сопутствующих заболеваниях зрительного нерва // Вестник совета молодых учёных и специалистов Челябинской области. 2014. № 1-2. С. 78-80.

4. Эффективность применения афлиберцепта у лиц с неоваскулярной возрастной макулярной дегенерацией в сочетании с хирургией катаракты / А. А. Кузнецов, Е. В. Тур, А. В. Зурочкина [и др.] // Российский офтальмологический журнал. 2017. Т. 10, № 4. С. 20-28.

UDC 581.1

M. V. Kiryutkin, M. V. Artemenko

Southwest State University, Kursk

PROSPECTS OF SMART-APPLICATIONS OF PREDICATIVE DIAGNOSIS OF ONCOLOGICAL DISEASES WHEN SCREENING

In work results of researches of a possibility of use of indicators of blood as the indicator variables allowing by decisive rules of the knowledge base of a predicative diagnostic expert system to perform early diagnosis of oncological diseases of a stomach are considered. On the basis of the analysis of trends of development of expert diagnostic systems the conclusion about emergence of the corresponding WEB SMART of the applications available as for individual, and collective use is drawn in the near future.

Keywords: oncological diseases, early diagnostics, screening, web – applications.

One of the reasons of unproductive treatment oncological diseases is the lack of sufficient high-quality diagnostics at early stages (including, connected with the untimely request for medical care). Thus, availability of early diagnostics is a priority and relevant task which solution has socially important character. Really, it is impossible to find the adult who would not hear and did not discuss a problem, only in Russia about 750 people die from cancer every day.

There is a lot of types of oncology, the most frequent oncological diseases at men and women are presented on figure 1.



Fig. 1. Defeat share oncological diseases of various bodies

According to WHO data of 53% of oncological diseases terminate in death for women and 57% – for men. Predicative diagnostics, available to individual use, can significantly reduce these huge figures.

For example, oncological diseases of a stomach most often diagnose when it is difficult to avoid a lethal outcome [1, 2]. But if "to look" at a stomach from within, then the tumor can be seen at the most initial stages and consequently many times to reduce mortality and other "adverse effects" of late therapy. Screening of malignant tumors of some localizations allows not only to save life to patients, but also to increase economic return by the spent means [3, 4].

There is an acute need for development of a medical product which basic purpose - information and analytical support of preventive diagnosis of oncological diseases of a stomach at medical examination of the population. As show researches in the course of screening it is possible to carry out automatic creation of the forecast of diseases by results of blood test and the anamnesis [5, 6].



Fig. 2. Information and analytical model screening of diagnosis of a carcinoma of the stomach

The conducted researches about a possibility of use of the indicators of blood registered in the general analysis as indicator variables allowed to formulate the following conclusions [6]:

1. At patients with cancer of a stomach at people the concentration of erythrocytes decreases on average by 16% that leads to corresponding change of value of the color index.

2. At patients the hemoglobin level in blood decreases approximately by 16%, and extent of influence of concentration of erythrocytes on it increases approximately by 20%.

3. Contain both the general arguments, and original arguments in the analyzed alternative classes of model - it means that the composition of blood is defined as "rules", the general for all organism, and specific to specific system pathology which includes a carcinoma of the stomach.

4. The quantity of monocytes in blood during a disease changes "communication" with the color index from direct for the return that emphasizes changes in content of "hemoglobin in erythrocytes" which happen in this case.

5. The indicator of "SOE" for a disease has no pronounced functional dependence with other analyzed parameters that emphasizes destabilization of a system of a hemopoiesis.

It allowed to develop "the expert system of preventive diagnosis of oncological diseases of a stomach" which according to the anamnesis and blood test "advises" the person to address the expert if is the risk of a disease appears. The example of the interface is presented on figure 3.

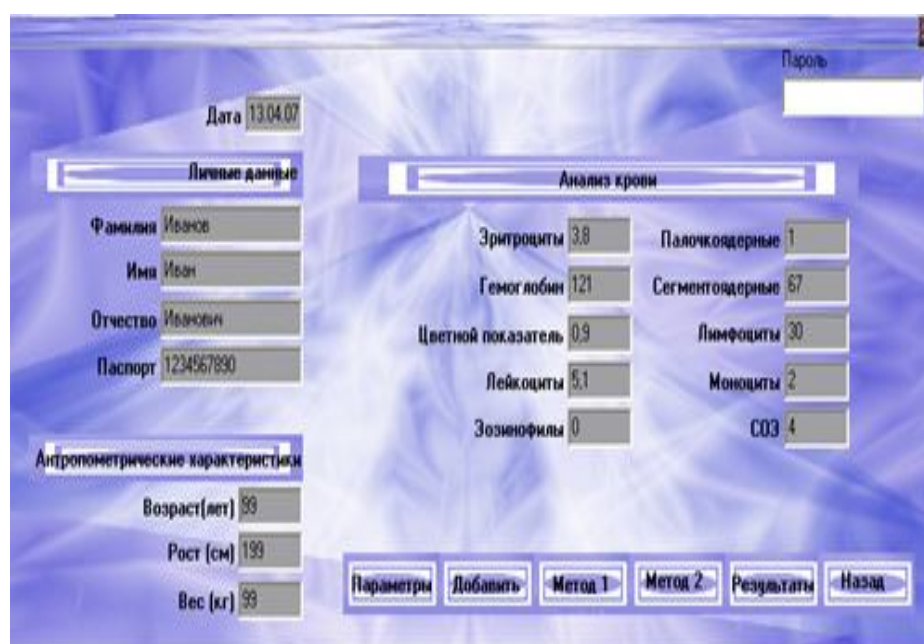


Fig. 3. Example of the interface of a system of early diagnosis of oncological diseases of a stomach

Thus, considering results of the provided own experience of researches and the Toshiba company (which say that their accuracy of definition – 99% undergo medical certification also at present), with high probability it is possible to expect emergence in the market of medical products of various mobile smart and diagnostic systems of predicative diagnosis of oncological diseases of different bodies and the systems of an organism [7, 8, 9] in the nearest future. It, finally, will promote significant decrease in consequences of emergence and development of oncological pathologies.

Список литературы

1. Артеменко М. В. Синтез диагностических правил заболевания в условиях массового обследования населения // Медико-экологические информационные технологии – 2015: сборник материалов XVIII Международной научно-технической конференции / редкол.: Н.А. Корневский и др.; Юго-Зап. гос. ун-т. Курск, 2015. С. 126-130.
2. Резолюция IX съезда онкологов и радиологов стран СНГ и Евразии (проект) // Онкологический журнал. 2016. Т. 10, № 3(39). С. 5-6.
3. Корнеев А. А. Диагностика раннего рака желудка с использованием ультратонкого назального эндоскопа и технологии оптической узкоспектральной визуализации NBI // Эффективная фармакотерапия. 2019. Т. 15, № 2. С. 44-48.
4. Артеменко М. В. Формирование и применение опросника для автоматизированной системы поддержки принятия диагностических решений превентивной медицины скрининга рака желудка // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 11-2. С. 184-190. URL: <http://www.applied-research.ru/ru/article/view?id=7703> (дата обращения: 15.12.2019).
5. Артеменко М. В., Серебровский В. В., Бабков А. С. Информационно-аналитическая модель поддержки принятия решений в процессе диагностики рака желудка // Фундаментальные исследования. 2014. № 6. С. 18-23.
6. Бабков А. С., Артеменко М. В., Кирюткин М.В. Превентивная диагностика онкологических заболеваний желудка при скрининге с помощью системы поддержки принятия классификационных решений // Научное обозрение. Биологические науки. 2017. № 2. С. 5-13. URL: <https://science-biology.ru/ru/article/view?id=1049> (дата обращения: 18.03.2020).
7. В Японии научились диагностировать рак по капле крови. URL: <http://ugpressa.ru/19424-v-yaponii-s-tochnostyu-do-99-opredelyayut-13-vidov-raka-po-kaple-krovi.html>.
8. Артеменко М.В., Подвальный Е. С., Старцев Е. А. Метод комплексной оценки и выборка состава информативных признаков в задачах оценки состояния биотехнических систем // Биомедицинская радиоэлектроника, 2016. № 9. С. 38-44.
9. Атьков О. Ю., Кудряшов Ю. Ю. Персональная телемедицина. Телемедицинские и информационные технологии реабилитации и управления здоровьем. М.: Практика, 2015. 248 с.

УДК 581.1

Л. А. Бондарева, М. В. Суханова

Орловский государственный университет имени И. С. Тургенева, Орёл

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

В статье представлено разрабатываемое устройство для функциональной диагностики растений, использование которого позволит проводить объективный контроль и оценку функционального состояния растений с целью получения дополнительной прижизненной информации, на основании которой можно будет реализовывать алгоритмы оптимального регулирования процессом выращивания растений и использовать информацию для обеспечения экологического благополучия населения.

Ключевые слова: функциональная диагностика, устройство для оценки функционального состояния, отражение, диффузная составляющая, зеркальная составляющая, листья растений.

На сегодняшний день оценка функционального состояния растительных объектов находит применение как при развитии технологий «умного» земледелия [1-3] с целью дальнейшей оптимизации процесса их выращивания, так и при осуществлении различных видов мониторингов, когда растения выступают в роли биологических маркеров, состояние которых позволяет оценить состояние окружающей среды обитания человека [4]. При решении подобных задач важным является не визуальная оценка растений, а измерение параметров их функционального состояния, позволяющих проводить объективный анализ [5].

Главной проблемой в этом направлении является отсутствие отработанных методов получения прижизненной информации о состоянии растительных объектов. На данный момент не существует стандартизованных подходов к оценке функционального состояния растений, поэтому работы в этом направлении являются актуальными и предполагают качественно новое развитие как сельскохозяйственной отрасли и тепличного хозяйства, так и проведения различных экологических исследований.

Традиционным считается подход, заключающийся в том, что отражение от биологических объектов, в том числе и растений, поверхность которых априори является неровной, носит диффузный характер, что определяется особенностями строения живых тканей. Проведенные исследования показали, что поверхность листьев обладает шероховатостью [6], т.е. она сформирована определённой совокупностью микрорельефов, каждый из которых обладает гранями, находящимися под определённым углом к средней линии. Каждое отдельное образование поверхности формирует отдельный луч в том

или ином направлении в зависимости от разных факторов, определяющих совокупное излучение, отраженное от поверхности листа, и характер этого излучения.

Однако поверхность листовой пластины нередко проявляет и свойства зеркальной поверхности, когда на свету появляется блеск листьев. Подобное наблюдение говорит о возможности формирования от поверхности листьев и зеркального отражения.

Проведенный всесторонний анализ показал, что в смешанном отраженном световом потоке, формируемом поверхностью листьев растений, можно выделить две составляющие: диффузную и зеркальную, каждая из которых характеризует определенное состояние листьев растений. В связи со всем вышесказанным для исследования функционального состояния растения был предложен метод, основанный на неинвазивном воздействии на лист растения излучением ближнего инфракрасного спектра и анализе отраженного излучения. Особенностью отраженного излучения от листовых пластин является то, что отражение формируется от шероховатой поверхности, микронеровности которой существенно меняются во время жизненного цикла растения. Формирование диффузной составляющей происходит в соответствии с законами отражения от шероховатых поверхностей, и в связи с тем, что микронеровности неизменно присутствуют на листьях растительных организмов, диффузная составляющая будет всегда присутствовать в полном отраженном потоке. Формирование максимально выраженной зеркальной составляющей будет наблюдаться при условии, что микронеровности поверхности листа будут сопоставимы с длиной волны падающего излучения, в случае их увеличения отраженный поток будет формироваться посредством уменьшающейся зеркальной и увеличивающейся диффузной составляющей отражения.

Устройство для определения функционального состояния листовых растений [7], конструкция которого показана на рисунке 1, содержит лазер или светодиод 1, излучающий в диапазоне длин волн 750...1150 нм, который оснащен конденсором 2 для формирования светового пятна. Отраженное излучение направляется на два фотоприемника 3 и 5, расположение которых определяет их возможность измерять различные составляющие отраженного потока. Первый фотоприемник 3 установлен на оси зеркально отраженной компоненты и оснащен фокусирующей линзой 4. Однако особенностью распространения отраженного излучения от шероховатой поверхности является то, что независимо от расположения диода над поверхностью объекта на его чувствительную поверхность будет попадать и диффузно отраженный поток, поэтому фактически первый фотодиод будет регистрировать полное смешанное отражение от листьев растений. Вторым фотоприемником 5 установлен чувствительной поверхностью в фокусе собирающей линзы 6, которая расположена в боковой поверхности полого цилиндра на полусфере, образованной

отраженным лучистым потоком от листа растения 7, размещенного внутри измерительной камеры 8, и регистрирует только диффузное отражение, так как зеркальное на него не попадает.

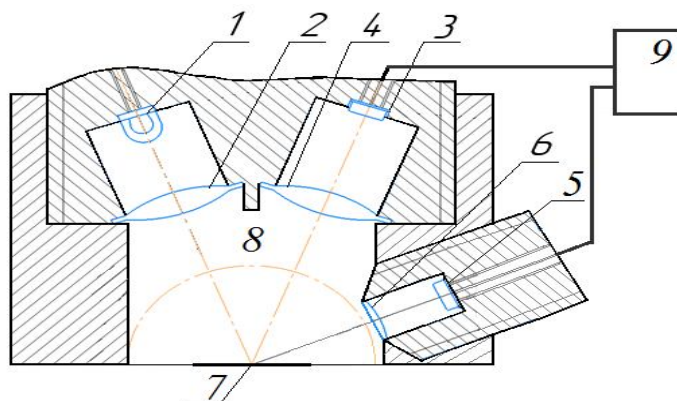


Рис. 1. Конструкция устройства (продольное сечение) для оценки функционального состояния растений

Выделение информации о зеркальной составляющей отраженного потока проводится путем вычитания в измерительном блоке 9 фототока диода, воспринимающего диффузную составляющую излучения, из фототока диода, регистрирующего смешанный отраженный поток.

Процедура измерения разработанного экспериментального устройства, показанного на рисунке 2, реализуется по алгоритму, который приводит результат измерения коэффициента зеркального отражения к процентам от 0 до 100, высчитывает среднее арифметическое значение полученных результатов, после чего полученное значение выводится на дисплей.

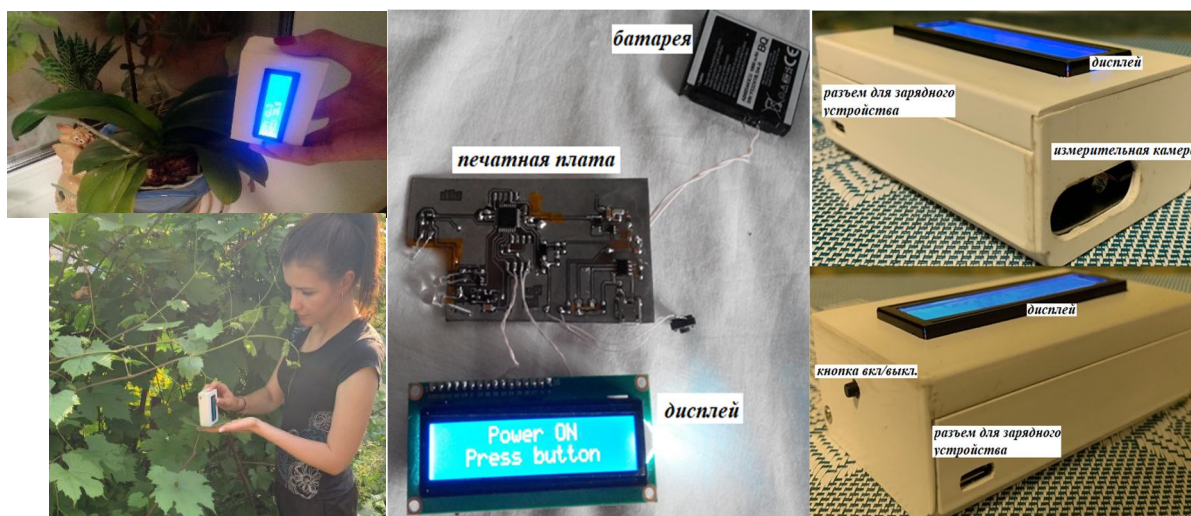


Рис. 2. Внешний вид разработанного устройства и демонстрация его использования в процессе измерения

Область применения представленного устройства достаточно разнообразна. В настоящее время проходят экспериментальные исследования изменения функционального состояния растений из-за изменения их влагообеспечения путем осуществления более или менее интенсивного полива. Оптические свойства листьев растений существенно меняются под действием различных факторов окружающей среды, однако наибольшее влияние оказывает именно влагообеспеченность, регулирование которой, исходя из потребностей растений, способствует оптимизации процесса их выращивания.

Полученные в результате проводимого исследования данные позволят на основании количественной информации оценивать функциональное состояние растений, ввести интегральный критерий для его оценки и использовать его для решения более широкого круга задач.

Список литературы

1. Якушев В. П. Информационное обеспечение точного земледелия. СПб.: Изд-во ПИЯФ РАН, 2007. 382 с.
2. Рунов Б. А. Новые агроинженерные технологии в земледелии // Экология и с.-х. техника. Т. 2. Экологические аспекты производства продукции растениеводства, мобильной техники и с.-х. машин. СПб., 2007. С. 238-241.
3. Gudwin R. J. Recent advances in precision farming – sensors and traceability // Trends in agr. Engineering. London, 2007. P. 1-6.
4. Альт В. В., Березина В. Ю., Гурова Т. А. Автоматизация и информатизация сельскохозяйственных процессов // Экология и с.-х. техника. Т. 1. Общие экологические аспекты при разработке технологий и технических средств, используемых в сельскохозяйственном производстве: труды Сев.-Зап. НИИ мех. и электр. с.-х. СПб., 2007. С. 57-63.
5. Будаговский А. В., Будаговская О. Н., Ленц Ф. Новый подход к проблеме функциональной диагностики растений // Аграрная наука. 2009. № 9. С. 19-21.
6. Бондарева Л. А., Суханова М. В. Исследование шероховатой поверхности листьев растений // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. 2014. № 1 (303). С. 144-151.
7. Пат. 2710009 РФ, G01B 11/30, A01G 25/16. Устройство для определения влагообеспеченности листовых растений / Бондарева Л. А., Суханова М. В. Опубл. 23.12.2019, Бюл. № 36.

УДК 53.087.4+316.3

P. D. Skopin¹, D. E. Skopin¹, J. A. Zzeh²

¹ *Southwest State University, Kursk*

² *Al'Balqa Applied University, Amman, Jordan*

SMART GAS LEAK DETECTOR AND PREVENTOR WITH TEMPERATURE AND HUMIDITY COMPENSATION

In this article, we consider the synthesis of a device designed to detect and prevent gas leakage. Mathematical models of pulse-width modulation and compensation of sensor parameters depending on the humidity of the surrounding air are obtained. The developed device provides accurate detection of the gas level in the surrounding air and prevents accidents by closing standard gas taps.

Keywords: Gas leakage, semiconductor gas sensors, home safety, smart home.

Every year there is a large number of accidents in Russia related to the use of gas equipment intended for heating, water heating and cooking. This is caused by the fact that the operation of gas-using equipment can lead to the hydrocarbon gas appearance in the air and the equipment, which is fraught with fires, poisoning and explosions, and to the appearance of toxic combustion products, such as carbon monoxide. Thus, creating a portable, reliable, affordable device with remote notification of the owner about the appearance of hydrocarbon gases is an urgent and important task.

Currently, there is a wide list of devices that can solve this problem. In common, the gas-sensitive element of household devices is made in the form of a metal-oxide semiconductor gas sensor. These sensors are composed of a gas-sensitive layer and a heating element. When the detected gas appears in the atmosphere, the resistance of the gas-sensitive layer changes, and, as a result, the voltage at the sensor output modifies. However, it is known that metal oxide gas sensors are sensitive to air humidity. In addition, since a resistive helix is used as a heating element, the heating temperature of the gas-sensitive element depends on both the current voltage on the helix and the temperature of the surrounding air, which inevitably leads to distortion of the gas sensor indicators. Thus, monitoring the gas content of the surrounding air without correcting the indicators for changes in temperature and humidity in the room reduces the accuracy of monitoring and leads to false alarms of the warning system when the temperature and (or) humidity changes in the controlled room.

The main idea of the invention consists in that the utility model includes the control unit that is monitoring temperature and humidity in real time, with ambient temperature used for correcting the temperature of the heating element and the humidity correction value of the output voltage of metal-oxide gas sensor.

The block diagram of the detector is shown in figure 1.

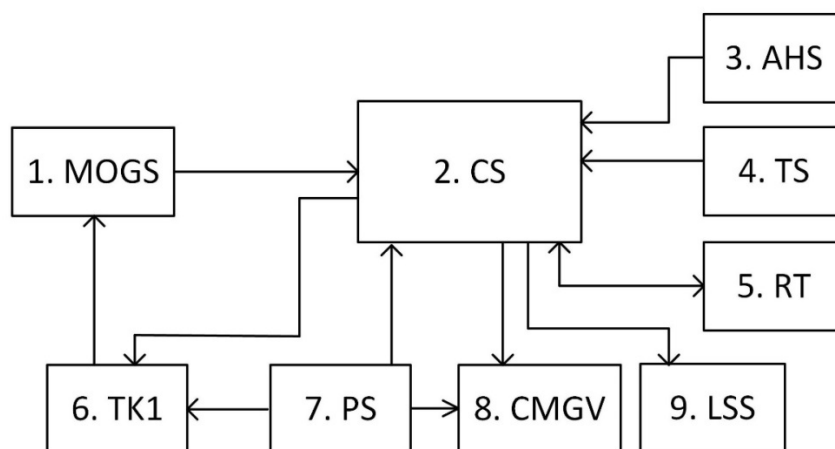


Fig. The structure of smart gas leak detector and preventer

The device includes a metal-oxide gas sensor MOGS (1), a control system CS (2), an air humidity sensor AHS (3), a temperature sensor TS (4), a receiver-transmitter RT (5), a transistor key TK1 (6), a power supply unit PS (7), a control module for gas valves CMGV (8), a light and sound sounder LSS (9). The power supply unit provides voltage to the following modules: CS control system, TK1 transistor key, CMGV gas-gate valve control module. The measuring output of the metal-oxide gas sensor MOGS is connected to the analog input of the control system CS, and the input of the heating element is connected to the output of the transistor key TK1. Thus, when the pulse width modulation (PWM) control system is applied to the transistor key, the temperature of the heating element is regulated depending on the PWM modulation coefficient. The control system provides registration of indicators of the humidity sensor AHS, the temperature sensor TS, as well as the formation of PWM modulation for the transistor key TK1 with a specified modulation coefficient. In addition, CS provides the control action to the control module of gas-closing valves CMGV to its closing upon detection of exceeding the set level of hydrocarbon gases, activation of sound and light warning, remote alerts the user by activating the transceiver. The voltage on the heating element is formed in accordance with pulse width modulation, which coefficient is calculated in accordance with formula 1:

$$K_{pf} = -0.355 \cdot \Delta T + 100.1, \quad (1)$$

where K_{pf} denotes the fill factor of the PWM, ΔT – is deviation of the room temperature from the standard (20 degrees Celsius).

Thus, the CS receiving information from the TS calculates the PWM modulation coefficient in accordance with the expression (1) and feeds the modulating

signal to TK1, which output is connected with the MOGS heating element. Thus, the temperature of the MOGS heating element is corrected to compensate temperature changes in the external environment. To improve the accuracy of recording the level of hydrocarbon gases in the room, the CS reads the current humidity of the AHS sensor, reads the current output voltage of the MOGS sensor, and calculates the corrected value of the output voltage in accordance with the expression (4):

$$U_{\text{corr}} = U_{\text{out}} - \Delta U, \quad (2)$$

where U_{corr} - corrected value of the MOGS sensor output voltage, ΔU is the correction value calculated according to the expression (3), U_{out} - output voltage of the MOGS sensor, registered by the CS

$$\Delta U = 0.0954M^2 - 10.436M + 313.4, \quad (3)$$

where ΔU is the value of the sensor voltage correction expressed in millivolts, M is the relative humidity of the air as a percentage.

Research shows that using expression (2) to correct the output voltage of the MOGS sensor allows to completely compensate the variation in air humidity. Thus, the used CS continuously registers the temperature and humidity in the room, adjusts the temperature of the MOGS heating element using expression 1, and corrects the output voltage using expression 2. While checking the exceeding output voltage of U_{corr} over the pre-set level CS decides the activation of the alarm by issuing a control signal to the light-sound alert LSS module, activation of the transceiver RT for remote alerting and termination of gas supply by issuing a closing signal to the control module gas-closing valves CMGV. During the implementation of the structural control scheme, the CS can be implemented on ATMEGA168P microcontroller or similar. The MOGS sensor output is connected to the microcontroller via analog input, which can be used as any General-purpose input-output port (GPIO). A commercially available metal oxide gas sensor based on tin dioxide, such as MQ2 or similar, can be used as a MOGS sensor. A bipolar or field-effect transistor, such as the IRML2502 transistor, can be used as the TK1 transistor key. The commercially available HTU21D microassembly is an integrated temperature sensor and humidity sensor, and can be used as a temperature sensor and humidity sensor. This microassembly interacts with the microcontroller via the I2C interface. The gas-closing valves control module MUA can be made in the form of a transistor switch based on transistor IRML2502 for the organization supplying the locking pulse solenoid valve, or by using a H-bridge based on the L293D chip to control armature with commutator motor.

References

1. Skopin P.D., Skopin D.E., AZZEH J.A. Application of pulse width modulation to control heating element temperature of semiconductor gas sensors for

smart home systems // Медико-экологические информационные технологии. Курск, 2019.

2. Azzeh J. A., Skopin P. D. Design and investigation of non-invasive device of helicobacter pylori diagnosis based on semiconductor gas sensors // Медико-экологические информационные технологии. Курск, 2018.

3. Скопин Д. Е., Скопин П. Д., Разумова К. В. Метод автоматического определения параметров недетерминированного амплитудно-модулированного сигнала // Известия Юго-Западного государственного университета. 2014. № 5 (56). С. 77-80.

4. Davin Bagas, Wahyu Apsari. Iot-based Integrated Home Security and Monitoring System// Journal of Physics: Conference Series. 2019. Mar 27.

5. Kodali R. K., Jain V., Bose S. and Boppana L. 2016 IoT based smart security and home automation system Proceeding // IEEE Int. Conf. Comput. Commun. Autom. ICCSA. 2017. October. P. 1286-1289.

УДК 57.087

Д. С. Родионов

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Курск

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА ФОРМ ПИЕЛОНЕФРИТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ МЯГКИХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

В работе представлен метод синтеза нечетких математических моделей диагностики различных форм пиелонефрита с оценкой степени их тяжести на основе нечеткой логики принятия решений с достаточной для медицинской практики точностью. Практическое применение предложенных в работе метода и моделей позволит повысить качество оказания медицинских услуг пациентам, страдающим заболеваниями почек и, в частности, при острых формах пиелонефрита.

Ключевые слова: пиелонефрит, серозная форма, гнойная форма, переходный класс, нечеткие математические модели.

Точная дифференциальная диагностика форм пиелонефрита с оценкой степени его тяжести относится к классу актуальных проблем современной урологии, поскольку от успешного и точного решения этой задачи зависит адекватное назначение схем профилактики и лечения, которые могут спасти пациента от инвалидности и даже смерти [23, 24, 25, 27].

Анализ медицинских данных, получаемых в типовых лечебно-профилактических учреждениях при ведении урологических больных, показал, что собираемая о пациентах информация имеет неполный и нечеткий характер, а исследуемые классы состояний имеют неопределенную зону пересечений в пространстве исходных признаков. В этих условиях с учетом рекомендаций

[3, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 19] в качестве базового математического аппарата была выбрана технология мягких вычислений и, в частности, методология синтеза гибридных нечетких решающих правил, разработанная на кафедре биомедицинской инженерии Юго-Западного государственного университета [6, 7, 8, 19].

Используя элементы этой методологии, эксперты с использованием нечетких модификаций метода группового учета аргументов (МГУА) и теории измерения латентных переменных для дифференциальной диагностики форм пиелонефрита выбрали три признака: перекисное окисление липидов (x_1), антиокислительная активность (x_2), количество церулоплазмينا в сыворотке крови (x_3). Причем, учитывая рекомендации [26, 27], в качестве базовых переменных для построения функций принадлежности были выбраны относительные отклонения от номинальных значений δx_1 и δx_2 .

Группе медицинских экспертов, прошедших подготовку по построению функций принадлежности к исследуемым классам состояний (диагнозам, прогнозам), было предложено на шкалах δx_1 , δx_2 и x_3 построить графики функций принадлежности к классам: здоров $\omega_0 \mu_0(\delta x_1)$ и $\mu_0(\delta x_2)$, $\mu_0(x_3)$; серозная $\omega_{СП}$ форма пиелонефрита $\mu_{СП}(\delta x_1)$, $\mu_{СП}(\delta x_2)$ и $\mu_{СП}(x_3)$; гнойная $\omega_{ГП}$ форма пиелонефрита $\mu_{ГП}(\delta x_1)$, $\mu_{ГП}(\delta x_2)$ и $\mu_{ГП}(x_3)$.

В соответствии с рекомендациями [6, 7, 16, 23, 24, 25] оценку уверенности при отсутствии исследуемого заболевания UO, серозного US и гнойного UG пиелонефрита будем определять по следующим формулам:

$$UO(i+1) = UO(i) + \mu_0(x_{i+1})[1 - UO(i)]; \quad (1)$$

$$US(i+1) = US(i) + \mu_{СП}(x_{i+1})[1 - US(i)]; \quad (2)$$

$$UG(i+1) = UG(i) + \mu_{ГП}(x_{i+1})[1 - UG(i)]. \quad (3)$$

Решение о классификации принимается по максимальному значению UO, US или UG:

$$\Omega_i = \max(UO, US, UG). \quad (4)$$

Диагноз считается подтвержденным, если величины US или UG превышают порог 0,5. При равенстве US и UG решение принимается в пользу гнойного пиелонефрита. Для оценки степени тяжести определенных форм пиелонефрита на экспертном уровне было принято решение использовать совокупность таких показателей, как: величины US и UG, определяемые по формулам (2) и (3); энергетический разбаланс биологически активных точек (БАТ), «связанных» с почками (ER); уровень психоэмоционального напряжения (УР), характеризующий общее функциональное состояние пациента; рео-

графический индекс (RI), рассчитываемый по реограмме, снимаемой в проекции почек; степень тяжести ишемического поражения центральной гемодинамической системы (STC); сатурация крови кислородом (S), определяемая пальцевым датчиком.

Уровень психоэмоционального напряжения YP определяется по методикам, описанным в работах [4, 5, 16, 17, 19]. Реографический индекс RI определяется по методикам, принятым в реографии при тетраполярном подключении электродов [20, 21]. Причем пара токовых электродов располагается по проекциям верхней и нижней границ почки. Степень тяжести ишемического поражения центральной гемодинамической системы определяется по методике, описанной в работе [3]. Сатурация крови определяется по общепринятой методике [20, 21].

Используя показатели US, UG, ER, YP, RI, STC и S как базовые переменные, эксперты, пользуясь рекомендациями [15, 16, 19], получили функции принадлежности к лингвистической переменной степень тяжести пиелонефрита.

Для оценки степени тяжести серозной или гнойной форм пиелонефрита используется продукционные правила вида:

$$\text{ЕСЛИ } (\Omega_{\ell} = \omega_{\text{СП}}) \text{ ТО } STS; \quad (6)$$

$$\text{ЕСЛИ } (\Omega_{\ell} = \omega_{\text{ГП}}) \text{ ТО } STG. \quad (7)$$

С учетом того, что все выбранные для оценки степени тяжести функции принадлежности при своем увеличении увеличивают степени тяжести исследуемой патологии, в соответствии с рекомендациями [6, 7, 19] величины STS и STG определяются следующими выражениями:

$$STS(i+1) = STS(i) + \mu_{ST}(Q_{i+1})[1 - STS(i)]; \quad (8)$$

$$STG(i+1) = STG(i) + \mu_{ST}(Q_{i+1})[1 - STG(i)], \quad (9)$$

где $STS(1) = \mu_{ST}(US)$; $STG(1) = \mu_{ST}(UG)$; $\mu_{ST}(Q_2) = \mu_{ST}(ER)$; $\mu_{ST}(Q_3) = \mu_{ST}(YP)$; $\mu_{ST}(Q_4) = \mu_{ST}(RI)$; $\mu_{ST}(Q_5) = \mu_{ST}(STC)$; $\mu_{ST}(Q_6) = \mu_{ST}(S)$.

В ходе математического моделирования и экспертного оценивания было показано, что уверенность в правильной оценке степени тяжести пиелонефрита, определяемая выражениями (8) и (9), превышает величину 0,9.

Список литературы

1. Применение теории измерения латентных переменных для формирования пространства информативных признаков в задачах оценки функционального состояния человека / А. В. Бойцов, Л. П. Лазурина, С. Н. Корневская, А. Н. Шуткин // Известия Юго-Западного государственного универси-

тета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2014. № 6 (57). С. 52-58.

2. Гадалов В. Н., Корневский Н. А., Снопков В. И. Математические модели рефлекторных систем организма человека и их использование для прогнозирования и диагностики заболеваний // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2012. Т. 11, № 2. С. 515-521.

3. Емельянов С. Г., Корневский Н. А., Быков А. В. Прогнозирование степени тяжести развития ишемического процесса в сердце, головном мозге и нижних конечностях на основе нечетких моделей // Биомедицинская радиоэлектроника. 2016, № 9. С.4-9.

4. Конева Л. В., Корневская С. Н., Дегтярев С. В. Оценка уровня психоэмоционального напряжения и утомления по показателям, характеризующим состояние внимания человека // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2012. Т. 11, № 4. С. 993-1000.

5. Аппаратно-программный комплекс для психофизиологических исследований на базе платформы ANDROID с AFE-интерфейсом / С. Н. Корневская, Е. С. Шкатова, М. А. Магеровский, А. Н. Шуткин // Медицинская техника. 2016. № 5. С. 24-27.

6. Корневский Н. А. Использование нечеткой логики принятия решений для медицинских экспертных систем // Медицинская техника. 2015. № 1 (289). С. 33-35.

7. Корневский Н. А. Проектирование систем принятия решений на нечетких сетевых моделях в задачах медицинской диагностики и прогнозирования // Телекоммуникации. 2006. № 6. С. 25-31.

8. Корневский Н. А. Метод синтеза гетерогенных нечетких правил для анализа и управления состоянием биотехнических систем // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2013. № 2. С. 99-103.

9. Корневский Н. А. Принципы и методы построения интерактивных систем диагностики и управления состоянием здоровья человека на основе полифункциональных моделей: автореф. ... д-ра техн. наук. СПб., 1993. 32 с.

10. Метод синтеза нечетких решающих правил на основе моделей системных взаимосвязей для решения задач прогнозирования и диагностики заболеваний / Н. А. Корневский, М. В. Артеменко, В. Н. Провоторов, Л. А. Новикова // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2014. Т. 13, № 4. С. 881-886.

11. Корневский Н. А., Буняев В. В., Яцун С. М. Компьютерные системы ранней диагностики состояния организма методами рефлексологии: монография / Южно-Российский государственный технический университет

(НПИ). Новочеркасск: Редакция журнала «Известия вузов. Электромеханика», 2003. 206 с.

12. Кореневский Н. А., Коптева Н. А., Крупчатников Р. А. Прогнозирование и ранняя диагностика заболеваний сельскохозяйственных рабочих на основе нечеткой логики принятия решений // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2008. Т. 4, № 7. С. 86-89.

13. Кореневский Н. А., Лазурина Л. П. Энергоинформационные модели рефлексодиагностики. Курск, 2000. 177 с.

14. Кореневский Н. А., Разумова К. В. Синтез коллективов гибридных нечетких моделей оценки состояния сложных систем // Научные технологии. 2014. Т. 15, № 12. С. 31-40.

15. Кореневский Н. А., Рябкова Е. Б. Метод синтеза нечетких решающих правил оценки состояния сложных систем по информации о геометрической структуре многомерных данных // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2008. Т. 4, № 7. С. 128-136.

16. Прогнозирование и диагностика заболеваний, вызываемых вредными производственными и экологическими факторами, на основе гетерогенных моделей / Н. А. Кореневский, В. И. Серебровский, Н. А. Коптева, Т. Н. Говорухина. Курск, 2012. 231 с.

17. Комплексная оценка уровня психоэмоционального напряжения / Н. А. Кореневский, О. И. Филатова, М. И. Лукашов, Р. А. Крупчатников // Биомедицинская радиоэлектроника. 2009. № 5. С. 4-9.

18. Оценка и управление состоянием здоровья на основе моделей Г. Раша / Н. А. Кореневский, А. Н. Шуткин, Е. А. Бойцова, В. В. Дмитриева // Медицинская техника. 2015. № 6. С. 37-40.

19. Оценка и управление состояния здоровья обучающихся на основе гибридных интеллектуальных технологий: монография / Н. А. Кореневский, А. Н. Шуткин, С. А. Горбатенко, В. И. Серебровский. Старый Оскол: ТНТ, 2016. 472 с.

20. Кореневский Н. А., Юлдашев З. М. Приборы, аппараты, системы и комплексы медицинского назначения. Средства регистрации неэлектрических характеристик биообъектов: учебник. Старый Оскол: ТНТ, 2019. 268 с.

21. Кореневский Н. А. Проектирование биотехнических систем медицинского назначения. Средства оценки состояния биообъектов: учебник. Старый Оскол: ТНТ, 2018. 456 с.

22. Пат. на изобретение № 2478968. Способ диагностики различных форм острого пиелонефрита / Рейс Борис Альбертович (RU), Полуэктов Владимир Леонидович (RU), Морозов Сергей Валентинович (RU), Рейс Альберт Борисович (RU); заявка: 2011116505/15; дата подачи заявки: 26.04.2011; зарег.: 10.11.2012; дата начала действия: 26.04.2011; дата публикации патента: 10.04.2013, Бюл. № 10.

23. Серегин С. П. Современные информационные технологии в урологии. Курск: ОАО «ИПП Курск», 2009. 364 с.

24. Математические модели прогнозирования и профилактики рецидивов инфарктов миокарда в реабилитационном периоде: монография / С. П. Серегин, О. Н. Воробьева, С. Н. Корневская [и др.]; Юго-Зап. гос. ун-т. Курск, 2015. 166 с.

25. Синтез комбинированных нечетких решающих правил для прогнозирования послеоперационных осложнений в урологии / С. П. Серегин, С. Д. Долженков, С. Н. Корневская, Т. Н. Сапитонова // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2012. № 2, ч. 3. С. 293-297.

26. Оксидантный стресс при остром серозном и гнойном пиелонефрите / И. М. Холименко, А. И. Конопля, О. И. Братчиков, Н. А. Быстрова, М. Ю. Маврин, М.Н. Шатохин // Нефрология. 2017. № 21 (1). С. 87-94.

27. Математическая оценка диагностической информативности лабораторных показателей при серозном и гнойном пиелонефрите / М. Н. Шатохин, И. М. Холименко, А. И. Конопля, О. И. Братчиков, В. П. Гаврилюк, А. В. Краснов, М. Ю. Маврин // Экспериментальная и клиническая урология. 2016. № 4. С. 104-110.

UDC 004.932.72–07

M. I. Gorbacheva

Southwest State University, Kursk

DIAGNOSIS OF BREAST PATHOLOGIES BY ITS IMAGE USING A NEURAL NETWORK

In this paper, a pathology of the mammary gland using a neural set is diagnosed. The work includes the process of forming training samples, the results of training a neural network when processing images of the breast. Training and control samples were created and a trained classifier was built.

Keywords: Multilayer neural network, classifier, breast pathology, window, pathology detection.

The tasks of analysis of computer diagnostics of breast diseases are interesting and important tasks of medicine. Some breast diseases are difficult to diagnose in the absence of pronounced symptoms or with poor quality of the captured image. Diagnosis of breast diseases at an early stage allows prescribing early treatment to a larger number of patients and thereby preventing the development of the

disease. Breast diseases are one of the most common oncological diseases of women among the world's population according to the World Health Organization, as of 2018 [1,2].

The aim of the work is to build a neural network model developed by the authors of [3] for the diagnosis of breast pathology. For the formation of training and control samples, a processed image of the pathology of the mammary gland is used. The main task is to highlight pathological formations on the image of the mammary gland with three different windows for distinguishing symptoms, namely 16x16, 32x32, 64x64.

After selecting the image and pathology, the vector of informative features for each window is formed. In the case of a black-and-white image, this is the mode, the standard deviation, and the average value. Figure 1 shows the pathology of the mammary gland [3,4].

An intelligent system was created to highlight pathological segments in the image of the mammary gland for each window.

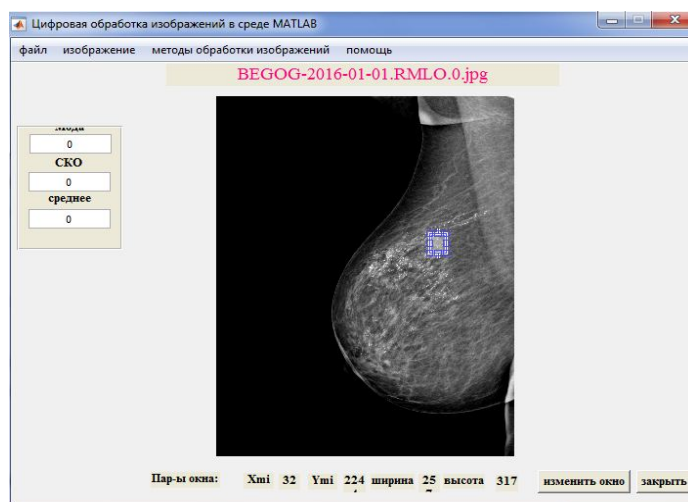


Fig. 1. Neurowork program window

Table 1 presents the quality indicators of decision rules for a 16x16 window of training and control samples

Table 1

Quality indicators of decision rules for training and control samples

Number of layers / neurons in the inner layers	Learning Samples			Control samples		
	DC	DS	DE	DC	DS	DE
2/3	0,9	0,92	0,91	0,88	0,86	0,87
3/4	0,9	0,92	0,91	0,84	0,86	0,85
4/5	0,9	0,92	0,91	0,88	0,86	0,87
5/6	0,88	0,94	0,91	0,8	0,9	0,85
6/7	0,94	0,94	0,94	0,84	0,84	0,84

Thus, the diagnostic sensitivity of the model for the control samples of the 16x16 window is 85% on average, the diagnostic specificity is 86%, and the diagnostic efficiency is 86%. The best result was shown by a two-layer and four-layer neural network, the diagnostic efficiency is 87% /. Table 2 shows the quality indicators of decision rules for a 32x32 window of training and control samples.

Table 2

Quality indicators of decision rules for training and control samples

Number of layers / neurons in the inner layers	Learning Samples			Control samples		
	DC	DS	DE	DC	DS	DE
2/3	0,98	0,94	0,96	0,94	0,94	0,94
3/4	1	0,94	0,97	0,94	0,9	0,92
4/5	0,98	0,94	0,96	0,94	0,9	0,92
5/6	1	0,94	0,97	0,94	0,92	0,93
7/8	1	0,94	0,97	0,94	0,92	0,93

Thus, the diagnostic sensitivity of the model according to control samples of the 32x32 window is on average 94%, diagnostic specificity is 92%, diagnostic efficiency is 93%. The best result was shown by a two-layer neural network; diagnostic efficiency is 94%. Table 3 presents the quality indicators of decision rules for a window of 64x64 training and control samples.

Table 3

Quality indicators of decision rules for training and control samples

Number of layers / neurons in the inner layers	Learning Samples			Control samples		
	DC	DS	DE	DC	DS	DE
2/3	1	0,96	0,98	1	0,84	0,92
3/4	1	1	1	0,96	0,9	0,93
4/5	1	0,96	0,98	1	0,86	0,93
5/6	1	1	1	0,96	0,9	0,93
6/7	1	1	1	0,98	0,92	0,95

Thus, the diagnostic sensitivity of the model according to the control samples of the 64x64 window is 98% on average, the diagnostic specificity is 88%, and the diagnostic efficiency is 93%. Figure 2 shows the best diagnostic results for each of the windows. The six-layer neural network showed the best result; diagnostic efficiency is 95%.

The results are acceptable for clinical use in the diagnosis of breast pathologies. Since the value of diagnostic quality indicators exceeds the average level of 0.91.

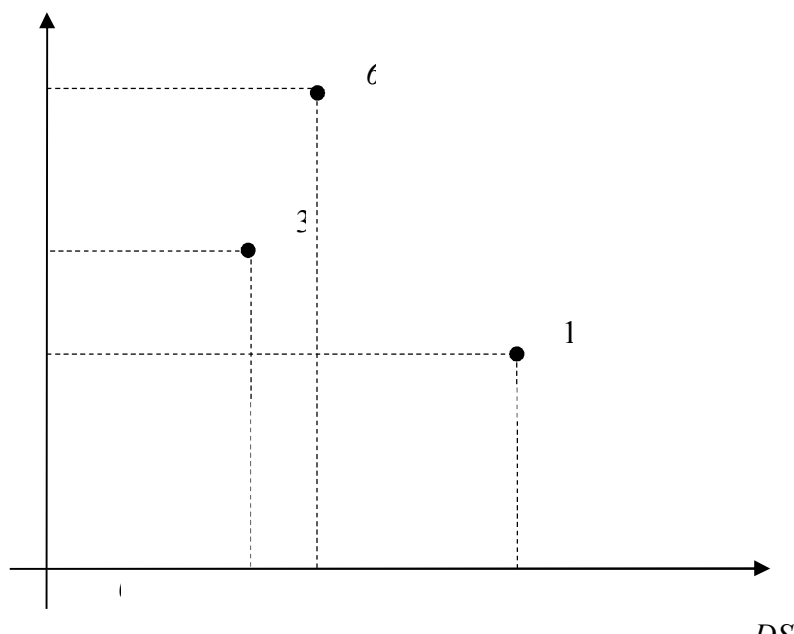


Fig. 2. Results of diagnostic indicators for each of the windows

The neural network developed in [3] can be used to build a diagnostic system for breast diseases. Such a system does not require high recognition accuracy of elements; their approximate location is important. In addition, computer-aided detection of pathologies of the mammary gland can make it possible to detect them not only by a professional doctor, but also, for example, by the nursing staff. A doctor can use a neural network to detect pathological elements.

Referense

1. Breast analysis of diagnostic methods / V. G. Trunov, E. A. Aydou, E. V. Blinova, T.A. Sahnova // Medical alphabet. 2017. Vol. 1, N 14 (311). P. 16-21.
2. Hamidov N. H., Voronetskaya K. R., Sharifova N. D. Pathology of the mammary gland diagnostic methods and algorithms // Tajikistan Health. 2013. N 4 (319). P. 79-84.
3. Analysis of histological images using morphological operators synthesized based on Fourier transform and neural network modeling / S. A. Filist, R. A. Tomakova, S. A. Gorbatenko, N. A. Shvetsova // Biotechnosphere. 2010. N 3 (10). P. 54-60.
4. Algorithm for pre-processing and analysis of breast images / A. P. Zaretsky, V. S. Tarasov, K. S. Mityagin, A. S. Kuraleva // Youth Science Bulletin. 2018. N 12 (37). P. 240-247.

УДК 004.891.3

M. B. Myasnyankin

Southwest State University, Kursk

METHOD OF VIRTUAL FLOWS FORMATION ON THE BASIS OF HYBRID NEURAL NETWORK TECHNOLOGIES FOR MEDICAL CALCULATOR

Hybrid decisive modules with virtual streams for the formation of medical calculators are described. At the same time vector of input informative features consists of two subvectors: the first reflects real flows, the second reflects virtual flows. Virtual flows are used for identification of the hidden system links between observed and not observed features. Nonlinear models of virtual flows are formed by means of GMDH modeling. Neural network structures formed on the basis of nonlinear adalins are the result of GMDH -modeling. Using this method it is possible to form latent variables subvector of unlimited dimension.

Keywords: hybrid decision module, latent variable, GMDH model, neural network, aggregators of fuzzy decision rules.

Using theory of fuzzy sets, fuzzy logic rules and also theory of neural network analysis it is possible to create brand new intellectual systems for medical forecasting and medical diagnostics such as medical calculators [1, 2, 3]. It is necessary to take into account latent variables when forming predictive and diagnostic decisions. Latent variables are not in system parameters' complex on the basis of which informative features are formed. These additional informative features have information about hidden connection between initial studied features [4, 5]. Vector corresponding to these informative features could be called virtual flow. Taking into account these variables it is necessary to have superstructure forming and analyzing virtual

Superstructure concept is as follows. Basic data in the studied system have line character. At the same time each flow is formed by a set of sources grouped according to a certain principle. Then data in a flow can be compressed to a scalar on the basis of some formal algorithm. One more virtual flow can be added to the available flows of studied data. Virtual flow is presented by its output. This output is aggregated data which are modeled by this or that method on the basis of this or that law of probabilities' distribution. If functionality of classifier's quality is developed it is possible to achieve improvement of decisions' quality indicators changing the law of probabilities' distribution or its parameters in a virtual flow.

The researcher has an opportunity to generate data in a flow having received model of virtual flow. It is necessary to develop relevant tools to work with virtual data flows and their integration into experiment data. It is also necessary to develop methods and algorithms allowing realizing virtual flow model. Virtual flows hybrid decisive modules are used for the formation of virtual flows. Expert

knowledge is integrated into the hybrid decisive module in the form of indistinct decisive module. There is a scalar figure at the output of indistinct decisive module. This figure is called certainty factor of informative features segment or private certainty factor [2, 3]. Aggregation of private certainty factor is carried out on the basis of trained qualifier. Neural network is such trained qualifier. Certainty factors are used as an input of this neural network. Received factors are the result of indistinct operations in indistinct decisive module which is formed on the basis of indistinct input algorithms.

It was stated that certainty factors received on informative features' segments don't represent characteristics of studied object or system. Flow modeling is based on the following hypothesis: there is at least one informative segment $N+1$ which has at least one informative feature, CF_{N+1} certainty factors (on $N+1$ segment). This feature significantly influences the quality of made decisions.

The following vector is formed:

$$\hat{Z}_{N+1} = (z_{N+1}^1, z_{N+1}^2, \dots, z_{N+1}^M)^T \quad (1)$$

for learning sample:

$$\{ Z_1, Z_2, \dots, Z_M \}, \quad (2)$$

where M is sample quantity in learning sample:

$$Z_i = (z_1^i, z_2^i, \dots, z_N^i)^T, \quad (3)$$

N is a number of neural network inputs on figure 1, i is a sample number in learning sample, j is number of aggregate neural network input ($j = \overline{1, N}, i = \overline{1, M}$).

Because in (3) $z_j^i = CF_j^i$, to $Z_i = (CF_1^i, CF_2^i, \dots, CF_N^i)^T$. Generally unlimited number of additional inputs (unlimited number of virtual information flows) can be introduced into neural network (fig. 1). In this case only one additional input is examined. It is necessary to make two models of virtual flows which implement two-alternative sampling. Hidden links are defined by approximating function which is done on the basis of independent and dependent variables. In this case independent variables are learning sample data. Dependent variables are formed by means of probabilistic programming [4]. If such approximating function is constructed, then the additional feature as function of input data can be found.

We state that unknown sample is characterized by a vector of observed informative feature X with x_1, x_2, \dots, x_m components. It is necessary to receive functional dependence of latent variable Y on an observed vector X , that is:

$$Y = F(x_1, x_2, \dots, x_m). \quad (4)$$

We will consider that addition of this informative feature on an input of classifying model will improve classification quality. Figure shows structure of neural network model with virtual flow.

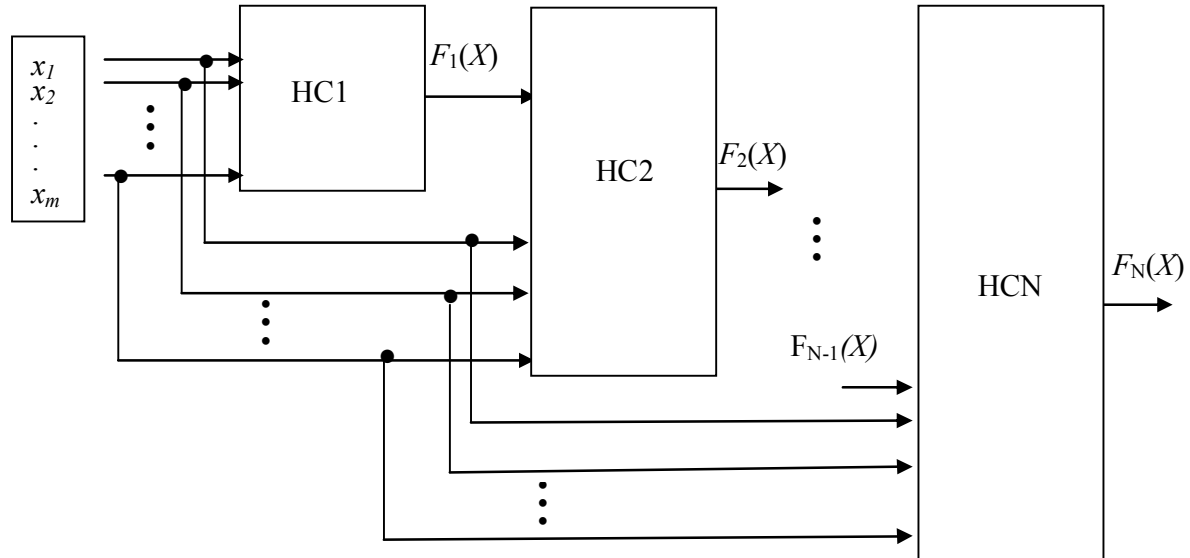


Fig. Structure of neural network model with virtual flows

Learning sampling is formed for approximator creation. Experimental data and imitating modeling data are elements of this selection. This data is received on the previous neural network model. Thus, in this model each module (NS in figure 2) is not only analyzer of latent parameter X but also data source for subsequent module training. So it is necessary to solve the problem about detection and modeling of some pattern (4). Peculiarity of task solution is if there is a restriction of quantity selection, the quality of restoration depends on approximation quality in y_j , on approximating function type and on m space amount. Method of group arguments consideration is used for optimal complexity model (MGDH) [4]. In this case dependence (4) is replaced by set of simple functions:

$$y_1 = f(x_1, x_2), \quad y_2 = f(x_1, x_3), \quad \dots, \quad y_s = f(x_{m-1}, x_m), \quad (5)$$

where $s = C_m^2$, function f is the same.

Functions of two variables are used as function f :

$$y(x_i, x_j) = a_0 + a_1 x_i + a_2 x_j + a_3 x_i x_j. \quad (6)$$

Among first-order models the best S^* are chosen. These are models which show the best results during test selection. Received y_i values matching selected models are considered as arguments of new series:

$$z_1 = f(y_1, y_2), \quad z_2 = f(y_1, y_3), \quad \dots, \quad z_{S^*} = f(y_{S^*-1}, y_{S^*}). \quad (7)$$

In this case the type of f function doesn't change. It is as in (5) and y_i variables are parameters. New models coefficients (7) are determined by MGDH in the same learning sequence. New models are checked in points of test sequence. The best s^* are chosen among them. The best s^* are used as parameters of the following third row and etc. At the same time the complexity of polynoms increases from row to row. Input parameters and intermediate variables are connected in pairs. At the same time the complexity of combinations increases in each row of information processing (as at mass selection) till the only optimum complexity model will not be received.

Only some quantity of the most regular variables is passed from selections' row to row. Regularity degree is estimated according to size of mean square error on the separate test data series. Selection rows are increasing till regularity increases. Selection is stopped as soon as error minimum is reached. In practice selecting stops if error decreases slowly. It allows receiving simple and exact dependences [3, 4]. Among a set of MGDH models we choose the best L models which are presented in the set form:

$$\{f_\ell(X_k) = \tilde{y}\}, \quad (8)$$

where $\ell = \overline{1, L}$, $X_k \subseteq X$, $X = (x_1, x_2, \dots, x_m)$ – variety of informative features using by decisive modules.

Recurrent scheme of inclusion in a set of $(\ell + 1)$ models is in figure 2. This scheme allows estimating contribution into indicators of decision-making quality $(\ell + 1)$ of additional informative feature. Figure 2 shows the block of nonlinear virtual flows' models. This is a basis of classifying module. Nonlinear model's block consists of two layers. The first layer forms a set of \hat{Y} models. $\{z_j\}_i \subseteq Z, \forall i = \overline{1, M}$ models are received for each virtual flow by means of MGDH-modeling. Received models' subset is used to describe mutual influence of known informative features (true flows) in the system of real and virtual flows' combination. \hat{Y} set of models is received by means of MGDH - neuronal network [4]. The difference of offered MGDH - neuronal network [4] is that each model block of virtual flow (the second model layer) is MGDH - neuronal network. Models are on inputs of this network. Models are received by MGDH-modeling. They include X set of true and virtual flows.

Process of MGDH - model training of virtual flow is in creation of various neural networks. Modeling accuracy evaluation is done after neural network training. Accuracy evaluation is done by means of dispersion analysis of an error prediction for each neuron. As a result a group of neurons giving an error below some set level [5, 6] is formed.

References

1. Filist S. A., Tomakova R. A., Yaa Zar Do. Universal'nye setevye modeli dlya zadach klassifikatsii biomeditsinskih dannyh [Universal Network Models for Biomedical Data Classification Problems] // Izvestiya YUZGU [Proceedings of Southwest State University]. 2012. N 4 (43), ch. 2. P. 44-50.
2. Ispol'zovanie gibridnyh neyrosetevykh modeley dlya mnogoagentnykh sistem klassifikatsii v geterogennom prostranstve informativnykh priznakov [The use of hybrid neural network models for multi-agent classification systems in a heterogeneous space of informative features] / S. A. Filist, A. G. Kurochkin, V. V. Zhilin, eds. // Prikaspiyskiy zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii [Caspian journal: management and high technology]. 2015. N 3 (31). P. 85-95.
3. Strukturno-funktsional'nye resheniya nechetkiykh neyronnykh setey dlya intellektual'nykh sistem analiza raznotipnykh priznakov [Structural and functional solutions of fuzzy neural networks for intelligent systems for the analysis of heterogeneous signs] / R. A. Tomakova, S. A. Filist, V. V. Zhilin, S. A. Gorbatenko // Fundamental'nye i prikladnye problemy tekhniki i tekhnologii [Fundamental and Applied Problems of Technics and technology]. 2011. N 1. P. 85-91.
4. Pozin A. O., Filist S. A., Shutkin A. N. Testiruyushchie gibridnye sistemy s dopolnitel'nym prostranstvom informativnykh priznakov [Testing hybrid systems with additional informative feature space] // Sovremennye informatsionnye tekhnologii v upravlenii kachestvom: sbornik statey V Mezhdunarodnoy nauchno-prikladnoy konferentsii [Modern information technologies in quality management: collection of articles of the V International Scientific and Applied Conference]. Penza: Publ. Privolzhskiy Dom znaniy, 2016. P. 46-50.
5. Pozin A. O., Startsev E. A., Uvarova V. V. MGUA-neyronnye seti dlya prognozirovaniya sostoyaniya slozhnykh sistem s vremennymi lagami [MGUA-neural networks for predicting the state of complex systems with time lags] // Neyroinformatika, ee prilozheniya i analiz dannyh: materialy XXIV Vserossiyskogo seminar [Neuroinformatics, its applications and data analysis: proceedings of the 24th All-Russian Seminar]. Krasnoyarsk: Publ. Institut vychislitel'nogo modelirovaniya SO RAN, 2016. P. 50-55.
6. Tomakova R.A., Shatalova O. V., Tomakov M. V. Teoretiko-mnozhestvennyi podkhod i teoriya grafov v obrabotke slozhnostrukturiruemyykh izobrazhenii : monografiya [A set-theoretic approach and graph theory in the treatment of difficult structured images]. Kursk, 2012. 119 p.

УДК 004.891.3

Н. С. Стадниченко, З. У. Протасова

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Курск

**К ВОПРОСУ ФОРМИРОВАНИЯ ДЕСКРИПТОРОВ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АНИЗОТРОПНЫХ СВОЙСТВ
БИОЛОГИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ**

Исследования направлены на поиск новых методов формирования дескрипторов для интеллектуальных систем диагностики инфекционных заболеваний, в том числе и вирусных. Инфекционные заболевания на клеточном уровне оказывают влияние на анизотропию пассивных электрических свойств биоматериала. Следовательно, для неинвазивной и ранней диагностики этих заболеваний необходимы методы и средства для контроля анизотропии пассивных электрических свойств биоматериалов на живых объектах.

Ключевые слова: дескрипторы, анизотропия биоматериала, матрица электродов, биоимпеданс.

Живое вещество – это кристаллоподобная структура, находящаяся в разных фазовых состояниях. Здоровый организм и ткани обладают универсальными свойствами, высокой анизотропией и упорядоченной диссимметрией. Патологические образования приводят к анизотропии или к нарушению анизотропии свойств биоматериалов в экспериментах *in vivo*. При приложении электрического потенциала к двум точкам поверхности проводящего биоматериала внутри него устанавливается некоторое распределение потенциалов, которое регистрируется по измерениям разности потенциалов на периферийных участках.

В биоматериалах проводимость носит в основном ионный характер. Анизотропию в этом случае можно объяснить тем, что под действием электрического поля молекулы биоматериала ориентируются в пространстве и ионы встречают различное противодействие своему движению в зависимости от направления приложенного электрического поля. Это модель индуцированной анизотропии. Природа анизотропии может быть связана с биофизическими свойствами самой системы. Например, в плохо проводящем материале могут быть хорошо проводящие включения, которые имеют цилиндрическую форму и ориентированы в пространстве вдоль определенной оси. Третья модель анизотропии электрических свойств биоматериалов основана на неравномерном распределении электропроводности внутри биообъекта, которая определяется несимметрией формы или анатомическими свойствами исследуемого биообъекта.

Представим себе распределение электропроводности в виде плоского диска (или, что эквивалентно, биологический объект неправильной формы,

погруженный в солевую цилиндрическую ванну), вокруг которого расположено N электродов. Если к каждой паре диаметрально расположенных электродов приложить разность потенциалов, то данные можно снять с $(N - 2)$ периферических электродов (никаких измерений нельзя выполнить с помощью электродов возбуждения). Если положить, что электропроводность ткани однородна, то можно получить точное решение уравнения Лапласа и рассчитать градиенты периферийных потенциалов P_{ik} в пространстве между электродами. В самом деле, учитывая симметричное расположение электродов и считая, что объект измерений имеет цилиндрическую форму, электроды можно схематически соединить изопотенциальными кривыми, разбивающими пространство внутри круга на отдельные зоны электропроводности (рис.).

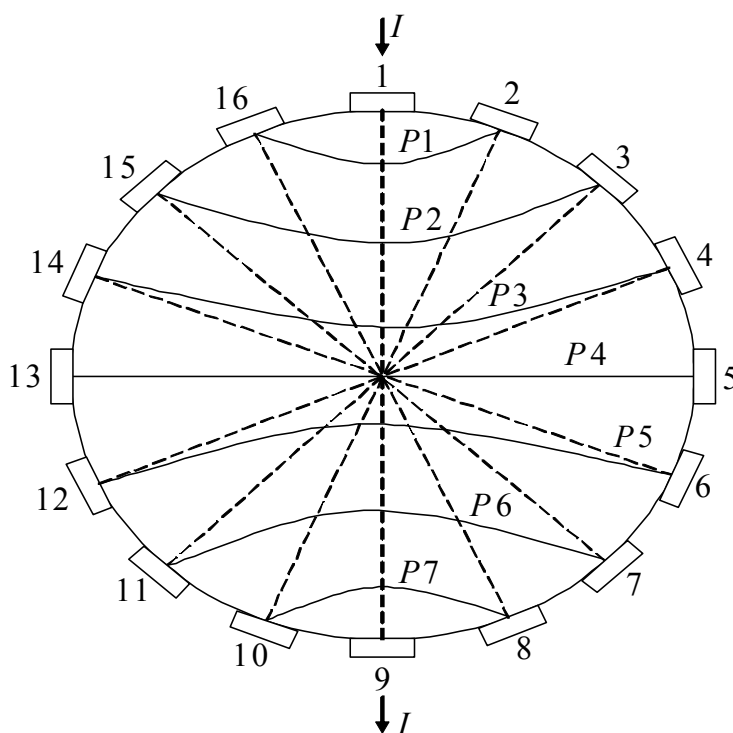


Рис. Распределение изопотенциалей для круговой изотропной проводящей системы, в которой напряжение прикладывается к расположенным по диагонали друг против друга электродам

Отклонение измеренных градиентов периферийных потенциалов от вычисленных значений можно затем интерпретировать как результат отклонений интегральной проводимости внутри указанных зон от значений однородной электропроводности за счет ее пространственной зависимости. Чем уже ширина зоны проводимости между изопотенциалами, тем выше градиент потенциала, и наоборот.

При исследовании импеданса живой ткани опишем полное сопротивление биоматериала в виде комплексного тензора второго ранга:

$$\underline{Z}_i^j, \quad (1)$$

где верхний индекс определяет направление ввода тока в биообъект, а нижний индекс определяет направление оси токосъемных электродов относительно этого направления.

Полное электрическое сопротивление биоткани не отражает биофизические свойства живой ткани, поскольку связано с геометрическими факторами. Поэтому от (1) целесообразно перейти к удельной электрической проводимости σ (или к ее тензору), определяемой по закону Ома.

В произвольной системе координат соотношение между вектором плотности тока \mathbf{j} и вектором напряженности электрического поля \mathbf{E} можно записать как

$$j_i = \sum_k \sigma_{ik} E_k. \quad (2)$$

Для измерения проекций вектора напряженности используем две пары токосъемных электродов, сдвинутых на 90 градусов друг относительно друга.

Если при этом поддерживать модуль плотности тока J постоянным, то удельная электрическая проводимость, соответствующая направлению вектора плотности токов Ψ , определяется как

$$\sigma_\varphi^\Psi = \frac{J^\Psi}{\sqrt{E_\varphi^2 + E_{\varphi+90}^2}}. \quad (3)$$

В формуле (3) угол Ψ измеряется относительно неподвижной системы координат и определяет направление тока в биообъекте. Угол φ определяется углом между направлением ввода тока в биообъект (определяется углом Ψ) и диаметральной прямой, на которой лежит пара токосъемных электродов. Проводимость биоткани характеризуют две компоненты вектора напряженности, которые рассматриваем как компоненты комплексного числа. Таким образом, каждое направление ввода зондирующего тока позволяет получить ряд из комплексных чисел. При этом φ принимает дискретные значения, число которых равно числу пар токосъемных электродов в системе токосъема. В итоге формируется матрица комплексных чисел, строки которой соответствуют множеству значений φ при постоянном Ψ .

Так как анизотропия проводимости может иметь различную природу, то целесообразно измерить разности потенциалов на всех токосъемных электродах. Тогда исходные данные могут быть представлены в виде матрицы,

формируемой посредством таблицы, в ячейках которой записываются напряжения, получаемые на всех токосъемных электродах. Матрица (см. табл.) сформирована в предположении отсутствия анизотропии, связанной с активными электрическими свойствами биотканей и полупроводниковыми свойствами биоматериала. Если учитывать и их, то получим квадратную матрицу размером $N \times N$. При отсутствии анизотропии строки матрицы одинаковы и матрица вырождается в вектор. Если проводимость не зависит от полярности приложенного напряжения, то матрица будет симметрична относительно главной диагонали (см. табл.).

Формат представления данных в системе сбора данных

$\Psi \backslash \varphi$	$360^\circ/N$	$720^\circ/N$	$1080^\circ/N$	.....	$180^\circ-360^\circ/N$
0	a_{11}	a_{12}	a_{12}$	.....	a_{1,N/2-1}$
$360^\circ/N$	a_{21}	a_{22}	a_{23}$	.....	a_{2,N/2-1}$
.....
$180^\circ-360^\circ/N$	$a_{N/2,1}$	$a_{N/2,2}$	$a_{N/2,3}$	.....	$a_{N/2,N/2-1}$
180°	$a_{N/2+1,1}$	$a_{N/2+1,2}$	$a_{N/2+1,3}$	.....	$a_{N/2+1,N/2-1}$
$180^\circ+360^\circ/N$	$a_{N/2+2,1}$	$a_{N/2+2,2}$	$a_{N/2+2,3}$	.....	$a_{N/2+2,N/2-1}$
.....
$360^\circ-360^\circ/N$	$a_{N,1}$	$a_{N,2}$	$a_{N,3}$	.....	$a_{N,N/2-1}$

Если анизотропия обусловлена второй моделью (цилиндрические вкрапления в диэлектрик, одинаково ориентированные в пространстве), то матрица будет иметь только одну не нулевую строку, соответствующую направлению ориентации проводящих включений. Если анизотропия соответствует первой модели, то значимые данные в столбцах концентрируются вблизи диагонали матрицы данных.

Таким образом, в зависимости от состояния биоматериала можно наблюдать различные геометрические структуры, характеризующие распределение данных в матрице. Эти геометрические структуры интерпретируются путем использования различных ортогональных преобразований, например дескрипторов Фурье.

Исследование выполнено при поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-38-90116.

УДК 614

Е. А. Красильникова

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Курск

**ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ
ЛЕЧЕНИЯ БЕСПЛОДИЯ**

В работе представлены результаты исследования с использованием дискриминантного анализа (с пошаговым исключением переменных) были получены формулы, с помощью которых можно прогнозировать вероятность присутствия сперматозоидов в биоптатах яичка. Был построен алгоритм (дерево решений) с целью предбиопсийного прогнозирования вероятности обнаружения сперматозоидов в суспензии тестикулярной ткани.

Ключевые слова: бесплодие, лечение, дискриминантный анализ, канонический коэффициент корреляции.

В настоящее время демографическая ситуация оценивается как критическая, что обусловлено значительным снижением рождаемости и ростом смертности [1, 3, 6]. При этом частота бесплодных браков продолжает оставаться высокой. Метод вспомогательной репродуктивной технологии – экстракорпоральное оплодотворение (ЭКО) – по праву считается наиболее результативным в лечении различных форм бесплодия в браке. Несмотря на внешнюю простоту выполнения данного метода, до настоящего времени частота наступления беременности при ЭКО не превышает 35–39% [2].

В последнее время выполнено немало работ по совершенствованию протоколов в программах вспомогательных репродуктивных технологий, предлагаются различные варианты их применения в зависимости от исходного состояния здоровья пациентов [2, 4, 7, 8]. Подготовка пациенток к программе занимает порой длительное время, поскольку необходимо выполнить все диагностические манипуляции, исключить воспалительные заболевания органов малого таза, скорректировать различные гормональные нарушения и многое другое. В то же время есть работы, указывающие на высокую значимость одних и меньшую значимость других факторов в результативности ЭКО [2, 5], но, судя по данным литературы, в этих исследованиях не было использовано математическое моделирование описанной выше проблемы.

К основным физиологическим клеточным источникам СР в эякуляте относятся, как ни парадоксально, сами сперматозоиды, которые с самых ранних этапов сперматогенеза способны вырабатывать небольшие количества активных форм кислорода. Эти активные молекулы вовлечены в процессы конденсации хроматина ДНК сперматозоидов и регулируют количество зародышевых клеток путем индукции апоптоза или пролиферации материн-

ских сперматогенных клеток – сперматогоний [5]. В зрелом эякуляте активные формы кислорода, или СР, играют важную роль в обеспечении акросомальной реакции, стабильности митохондриальной ДНК и подвижности сперматозоидов. Они также могут функционировать как сигнальные молекулы (вторичные посредники клеточной сигнализации).

Исследование результативности экстракорпорального оплодотворения и определения вариантов повышения его эффективности предлагается проводить с помощью математического моделирования путем решения следующих задач:

1. На основе многофакторного корреляционного анализа выделить группу факторов, существенным образом влияющих на результативность признака, и построить математическую многофакторную модель.

2. Проанализировать факторы, включенные в математическую модель экстракорпорального оплодотворения, осуществить их ранжирование и получить оценки доверительных интервалов их оптимальных значений.

3. На основе полученных результатов определить варианты методик ЭКО для получения максимально возможного положительного результата, проверить экспериментальные данные прогнозов предлагаемыми вариантами методик ЭКО, выделить оптимальные варианты для практического применения в лечебной практике.

С использованием дискриминантного анализа (с пошаговым исключением переменных) были получены следующие формулы, с помощью которых можно прогнозировать вероятность присутствия сперматозоидов в биоптатах яичка:

$$D = -0,101 \cdot \text{Age} + 0,042 \cdot \text{ФСГ} + 2,754, \quad (1)$$

где D – значение дискриминантной функции;

ФСГ – уровень ФСГ в плазме крови (МЕ/л);

Age – возраст больного (число лет).

При $D \leq 0,137$ сперматозоиды в биоптатах, вероятно, присутствуют, а при $D > 0,137$ – отсутствуют.

Канонический коэффициент корреляции равен 0,53, лямбда Уилкса – 0,72, чувствительность метода – 0,70, специфичность – 0,78, предсказательная способность необнаружения сперматозоидов – 0,66, обнаружения сперматозоидов – 0,75.

$$f = 0,067 \cdot \text{fsh} - 1,072, \quad (2)$$

где f – значение дискриминантной функции; fsh – уровень ФСГ в плазме крови (МЕ/л).

Если результат подстановки значения ФСГ в формулу будет больше, чем $-0,005$, то прогнозируем высокий риск необнаружения сперматозоидов при цитологическом исследовании биоптатов яичка.

Канонический коэффициент корреляции: 0,45. Лямбда Уилкса, равная 0,80, статистически значима ($p < 0,05$), но близка к 1. Чувствительность предлагаемой формулы по выявлению отсутствия сперматозоидов в биоптатах яичка составляет 65,3%, специфичность – 85,4%, суммарная точность предсказания – 75,3%.

$$f = \text{age} * 0,003 + \text{lh} * 0,119 + \text{fsh} * -0,020 + \text{tf} * 0,002 + \\ + \text{shbg} * 0,058 + \text{ep ep ep prl} * 0,004 \text{ ep ep ep} - 3,479, \quad (3)$$

где f – значение дискриминантной функции; age – возраст больного (число лет); lh – уровень ЛГ в плазме крови (МЕ/л); fsh – уровень ФСГ в плазме крови (МЕ/л); tf – уровень свободной фракции тестостерона в плазме крови (моль/л); shbg – уровень СССГ в плазме крови (нмоль/л); prl – уровень пролактина в плазме крови (мМЕ/л).

Если результат добавления показателей возраст, ЛГ, ФСГ, тестостерон (свободная фракция), СССГ, пролактин пациента в формулу будет больше, чем $-0,045$, то имеет место высокий риск необнаружения сперматозоидов при цитологическом исследовании.

Канонический коэффициент корреляции статистически значимый ($p < 0,05$), но невысокий: 0,49. Лямбда Уилкса равна 0,76. Чувствительность предлагаемой формулы по выявлению отсутствия сперматозоидов составляет 76,9%, специфичность – 81,8%, суммарная точность предсказания – 79,2%.

С целью предбиопсийного прогнозирования вероятности обнаружения сперматозоидов в суспензии тестикулярной ткани построен алгоритм и определено дерево решений. В соответствии с ним при уровне ФСГ $> 17,86$ МЕ/л и возрасте больных старше 26 лет, сперматозоиды не находили у 13 из 15 (86,7%); тогда как они были обнаружены всего у двоих в возрасте ≤ 26 лет ($p < 0,005$). Из представленного алгоритма также следует, что при отсутствии перенесенного в анамнезе инфекционного паротита и уровне ФСГ $\leq 17,86$ МЕ/л сперматозоиды чаще обнаруживали у 26 из 29 (89,7%); тогда как не обнаруживали – у 3 из 29 (10,3%) больных ($p < 0,001$).

Чувствительность метода составила 0,86, специфичность – 0,75; предсказательная способность необнаружения сперматозоидов – 0,69, обнаружения сперматозоидов – 0,89. Суммарная точность предсказания – 79%.

Он позволил выявить следующие факторы, влияющие на частоту обнаружения сперматозоидов при TESE у больных азооспермией: ФСГ, возраст, микроделеция AZFc, кариотип 47 XXY, операция по поводу варикоцеле в анамнезе. «Нейронная сеть» предсказала наличие сперматозоидов в биоптатах у 18 из 28 (64,29%) больных, тогда как предсказала их отсутствие у 11 из

16 (68,75%) больных ($p < 0,005$). Чувствительность метода составила 52,38%; специфичность метода – 78,26%; суммарная точность предсказания – 65,34%.

На рисунке представлен разработанный алгоритм обследования больного бесплодием инфекционного типа. Таким образом, проведя исследования, с использованием дискриминантного анализа (с пошаговым исключением переменных) были получены формулы, с помощью которых можно прогнозировать вероятность присутствия сперматозоидов в биоптатах яичка (1), (2) и (3).

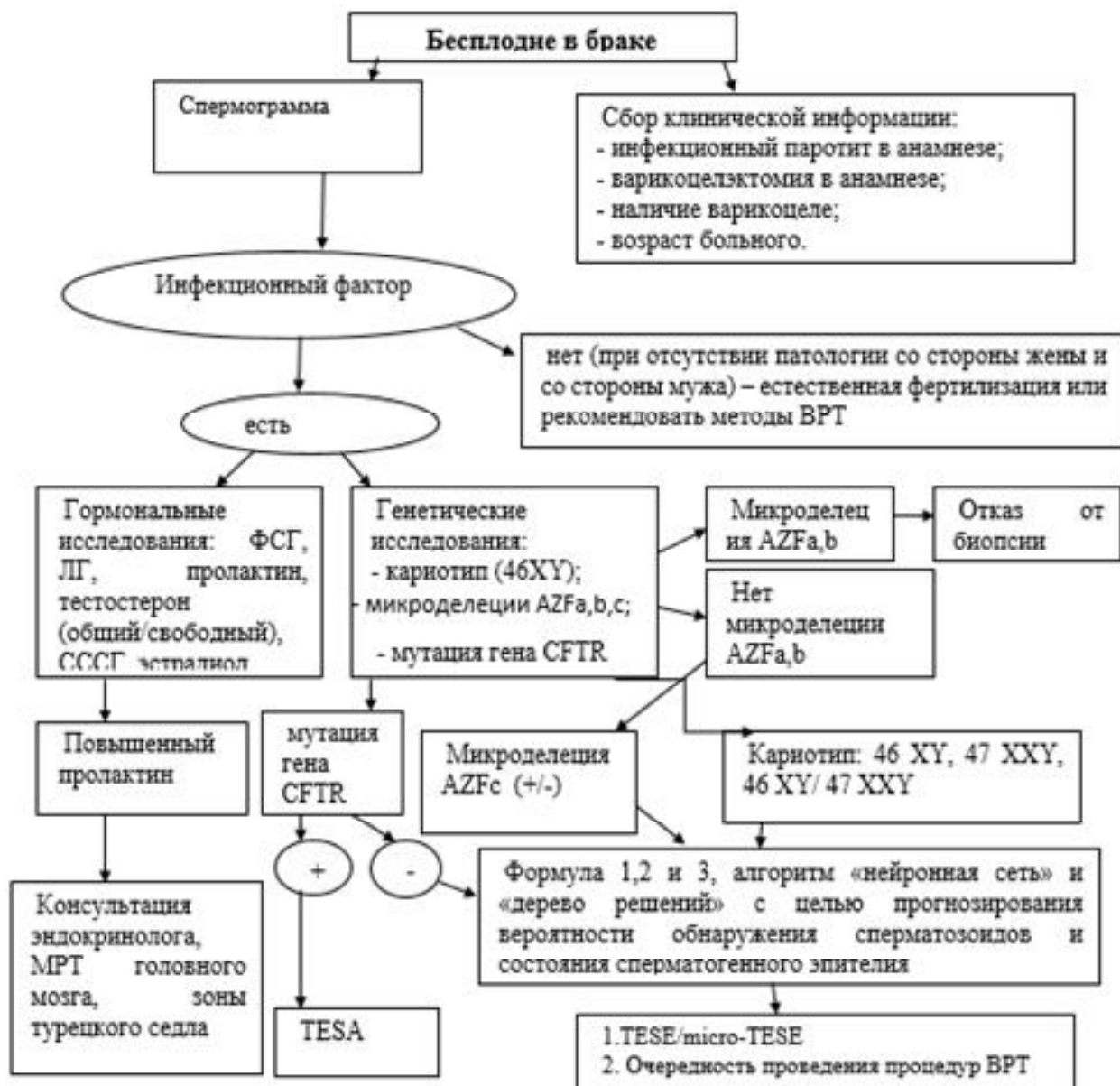


Рис. 1. Алгоритм обследования больного бесплодием

Был построен алгоритм (дерево решений) с целью предбиопсийного прогнозирования вероятности обнаружения сперматозоидов в суспензии те-

стикулярной ткани. В соответствии с ним при уровне ФСГ $> 17,86$ МЕ/л и возрасте больных старше 26 лет сперматозоиды не находили у 13 из 15 (86,7%); тогда как они были обнаружены всего у двоих в возрасте ≤ 26 лет ($p < 0,005$). Из представленного алгоритма также следует, что при отсутствии перенесенного в анамнезе инфекционного паротита и уровне ФСГ $\leq 17,86$ МЕ/л сперматозоиды чаще обнаруживали у 26 из 29 (89,7%), тогда как не обнаруживали у 3 из 29 (10,3%) больных ($p < 0,001$).

Диагностическая чувствительность метода составила 0,86, специфичность – 0,75; предсказательная способность необнаружения сперматозоидов – 0,69, обнаружения сперматозоидов – 0,89. Суммарная точность предсказания 79%.

Применялся новый современный метод статистического анализа, а именно – построение алгоритма решений «нейронная сеть». Он позволил нам выявить следующие факторы, влияющие на частоту обнаружения сперматозоидов при TESE у больных азооспермией: ФСГ, возраст, микроделеция AZFc, кариотип 47 XXY, операция по поводу варикоцеле в анамнезе. «Нейронная сеть» предсказала наличие сперматозоидов в биоптатах у 18 из 28 (64,29%) больных, тогда как предсказала их отсутствие у 11 из 16 (68,75%) больных ($p < 0,005$). Чувствительность метода составила 52,38%; специфичность метода – 78,26%; суммарная точность предсказания – 65,34%.

Использование созданных математических моделей прогнозирования результатов открытой биопсии яичка позволяет судить о вероятности обнаружения сперматозоидов еще до выполнения операции (суммарная точность предсказания):

- в 65,34% с использованием «нейронной сети»;
- в 79% по данным «дерева решений»;
- в 79,2% по данным дискриминантного анализа.

Список литературы

1. Базалицкая С. В. Особенности состояния гематотестикулярного барьера при различных формах мужского бесплодия // Здоровье мужчины. 2012. № 4 (43).
2. Белый Л. Е., Коньшин И. И. Особенности нарушений сперматогенеза после перенесенного острого эпидидимоорхита // Вестник новых медицинских технологий. 2013. № 20 (3). С. 17–24.
3. Бесплодный брак / под ред. В. И. Кулакова. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2005. 19 с.
4. Божедомов В. А., Рохликов И. М., Третьяков А. А. Андрологические аспекты организации помощи бездетным парам // Кремлевская медицина: клинический вестник. 2013. № 3. С. 121–5.

5. Винник Ю. Ю., Борисов В. В. Диагностика мужского бесплодия: современное состояние проблемы // Клиническая лекция Consilium Medicum 2017. Т. 19 (7). С. 65-69.
6. Заброда Н. Н., Артеменко М. В., Елисеев Ю. Ю. Влияние природных и антропогенных факторов на заболеваемость в регионе. Системный анализ и моделирование. Курск: Изд-во КГМУ, 2006. 256 с.
7. Fried R. L., McDade T. W., Kuzawa C. W. Maternal metabolic adaptations to pregnancy among young women in Cebu, Philippines // American Journal of Human Biology. 2017. Vol. 29, N 5. P. e23011.
8. Артеменко М. В., Корневский Н. А., Жиленкова Л. А. Диагностика здоровья новорожденного путем системного анализа показателей беременной // Вестник новых медицинских технологий. 2003. Т. 10, № 3. С. 50-52.

УДК 613.62

Д. А. Медников, В. В. Стародубцев

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Курск

ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ РАБОТНИКОВ ЛОКОМОТИВНЫХ БРИГАД И ЕЕ ОЦЕНКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

В работе раскрываются особенности труда работников локомотивных бригад, приводящие к появлению и развитию профессиональных заболеваний. Показывается, что для решения задач прогнозирования и диагностики профессиональных заболеваний работников железнодорожного транспорта целесообразно использовать нечеткую логику принятия решений.

Ключевые слова: профессиональные заболевания локомотивных бригад, железнодорожный транспорт, нечеткая логика.

Несмотря на значительные усилия, затрачиваемые на мероприятия по охране труда на железнодорожном транспорте, риск появления и развития профессиональных заболеваний этой категории трудящихся остается достаточно высоким [1, 7, 9, 10]. По показателю заболеваемости у железнодорожников на первом месте находятся машинисты и их помощники, причем профессиональные болезни затрагивают практически всю возрастную шкалу.

Труд машиниста характеризуется целым рядом особенностей санитарно-гигиенического характера, являющихся прямым и косвенным источником ряда заболеваний, приводящих к потере профессиональной пригодности.

Обобщение данных различных литературных источников позволяет сформулировать следующие особенности работы машинистов и их помощников: работа в различное время суток приводит к нарушению суточных биоритмов и режима питания; высокий уровень психоэмоционального напряжения (ПЭН), связанный с вождением поезда и сильными стрессами при возникновении множества нестандартных ситуаций; большие нагрузки на сенсорные системы (в основном на зрительную и слуховую) и центральную нервную систему (обычно к концу рабочей смены развивается утомление со стороны центральной и вегетативной нервной системы, зрения и слуха); гиподинамия и вынужденные позы; высокие уровни шума, вибрации и инфразвука; на тепловозах наблюдается загазованность с комплексом органических и неорганических токсичных веществ; на электропоездах смешанные и сочетанные электромагнитные поля; климатическая нестабильность (зима/лето); дефекты искусственного освещения в ночное время суток [1, 7].

Перечисленные и другие особенности труда машинистов формируют определенные группы заболеваний.

В различных литературных источниках выделяют триаду таких основных заболеваний, как неврозы, нейроциркуляторную дистонию и гипертоническую болезнь. Широкое распространение имеют ишемическая болезнь сердца, кохлеарный неврит, вибрационная болезнь. Среди заболеваний дыхательной системы часто наблюдается бронхит, пневмосклероз, хронические воспалительные заболевания ЛОР-органов (хронический тонзиллит и хронический отит) [1, 7, 9, 10].

Часть заболеваний, характерных для машинистов и их помощников, не относят к профессиональным заболеваниям, но они тем или иным способом отягощаются особенностью работы локомотивных бригад. К такому классу заболеваний относят, прежде всего, болезни сердечно-сосудистой системы особенно гипертоническую болезнь и ишемическую болезнь сердца [7]. Отмечается, что условия труда часто приводят к снижению резистентности организма, снижая устойчивость к инфекционным болезням.

С учетом широкой распространенности и негативных последствий от заболеваний, характерных для машинистов железнодорожного транспорта, разработка новых методов и средств, снижающих степень риска появления и развития болезней исследуемой категории работников, является актуальной задачей.

Одним из способов повышения качества медицинского обслуживания локомотивных бригад (ЛБ) является своевременное выявление отрицательных тенденций в организме человека под воздействием комплекса эндогенных и экзогенных факторов риска с последующей оптимизацией схем про-

филактики и лечения профессиональных заболеваний исследуемого контингента работников.

Анализ литературных данных и собственные исследования показали, что задачи прогнозирования появления и развития выбранных типов заболеваний относятся к классу плохоформализуемых задач с нечеткой и неполной структурой данных.

В этих условиях в соответствии с рекомендациями [2, 3, 4, 5, 6, 8] в качестве базового математического аппарата была выбрана методология синтеза гибридных нечетких решающих правил (МСГНРП), общие положения которой описаны в работах [4, 6].

С использованием МСГНРП были получены нечеткие математические модели ранней диагностики заболеваний, сердечно-сосудистой системы у работников локомотивных бригад. В ходе математического моделирования было показано, что уверенность в правильном принятии решений составляет 0,9. В настоящее время ведется сбор статистического материала для проверки качества работы полученной модели на репрезентативной контрольной выборке.

Список литературы

1. Капцов В. А., Панкова В. Б., Кутовой В. С. Основные факторы профессионального риска у работников железнодорожного транспорта // Гигиена и санитария. 2001. № 1. С. 38-43.

2. Корневский Н. А., Разумова К. В. Синтез нечетких классификационных правил в многомерном пространстве признаков для медицинских приложений // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2012. № 2. С. 223-227.

3. Нечеткие модели оценки уровня эргономики технических систем и ее влияние на состояние здоровья человека-оператора с учетом функциональных резервов / Н. А. Корневский, С. Н. Родионова, Т. Н. Говорухина, М. А. Мясоедова // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2019. Вып. № 1. URL: <https://moit.vivt.ru/>.

4. Корневский Н. А. Методология синтеза гибридных нечетких решающих правил для медицинских интеллектуальных систем поддержки принятия решений: монография / Н. А. Корневский, С. Н. Родионова, И. И. Хрипина. Старый Оскол: ТНТ, 2019. 472 с.

5. Метод синтеза математических моделей прогнозирования и диагностики профессиональных заболеваний работников предприятий электроэнергетики / Н. А. Корневский, М. А. Мясоедова, К. В. Разумова, А. В. Серебровский // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия:

Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2019. № 2. С. 127-143.

6. Прогнозирование и диагностика заболеваний, вызываемых вредными производственными и экологическими факторами, на основе гетерогенных моделей / Н. А. Кореневский, В. И. Серебровский, Н. А. Коптева, Т. Н. Говорухина. Курск: Изд-во Курск. гос. с.-х. ак., 2012. 231 с.

7. Пономаренко А. Н., Лисобей В. А. Факторы формирования хронических заболеваний у железнодорожников // Актуальные проблемы транспортной медицины. 2010. № 2 (20). С. 10-15.

8. Степашов Р. В., Кореневский Н. А., Потапова Е. С. Синтез решающих правил для прогнозирования и диагностики заболеваний сельскохозяйственных рабочих, контактирующих с ядохимикатами // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2018. Т. 1, № 3. С. 709-717.

9. Фадеев Г. М. Человек в транспортной среде при интенсивных технологиях // Актуальные вопросы железнодорожной медицины. 2003-2004. № 6-7. С. 12-15.

10. Цфасман А. З. Железнодорожная клиническая медицина. Профессиональные болезни. М.: РАПС, 2000. 336 с.

УДК: 629.735.071

Д. С. Коптев

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Курск

СНИЖЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ КАК ФАКТОР ВЛИЯНИЯ НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПИЛОТА В ПРОЦЕССЕ ПОЛЁТА

Ускоренная модернизация современных технических средств обеспечивает необходимую платформу для роста тактико-технических характеристик летательных аппаратов. Однако физиологические возможности организма пилота ограничены в силу ряда причин: перепады давления, недостаточность кислорода, большие перегрузки и др., что является барьером для дальнейшего наращивания технического потенциала авионики. В статье рассмотрены механизмы влияния пониженного атмосферного давления на физиологическое состояние пилота в процессе полёта и проведена оценка степени влияния указанного фактора и его переносимости организмом на основе аналитических методов и исходных экспериментальных данных.

Ключевые слова: полётный фактор, функциональное состояние, парциальное давление, гипоксия, безопасность полётов.

Введение

Поддержка должного уровня безопасности полетов, качественное выполнение своих профессиональных обязанностей оператором в эргатической системе «экипаж – самолет – окружающая среда» полностью определяется в первую очередь функциональным состоянием организма пилота, определяющим его работоспособности. Следует отметить, что лётный труд является особенным, потому что осуществляется в отрыве от земли, на разных высотах и скоростях полета, при различной продолжительности, в простых и сложных метеорологических условиях, с быстро меняющимися климатическими условиями. Охарактеризовать данный труд можно как умственно-физический, эмоционально насыщенный и достаточно напряженный.

В Российской Федерации на законодательном уровне официально действуют требования 101-й поправки Международной организации гражданской авиации (ИКАО) по обеспечению безопасности полетов воздушных судов (ВС). Так, организация, ответственная за конструирование или изготовление ВС, обязана внедрить систему управления безопасностью полетов (СУБП), выполняющую функции выявления рисков безопасности полетов и принятия корректирующих мер, обеспечивающих заданный уровень безопасности полетов [1].

Весьма актуальным направлением модернизации СУБП является её обеспечение средствами мониторинга физиологического состояния пилота воздушного судна, задачей которых является минимизация влияния человеческого фактора в авиакатастрофах в течение ближайших 5-6 лет [2]. Однако проектирование и изготовление подобных средств контроля, а также разработка медицинских рекомендаций по повышению переносимости лётной деятельности является невозможным без учета и понимания механизмов влияния полётных факторов, чем и объясняется актуальность данной работы.

Материалы и методы исследования

Пилотирование высокоскоростных, а также маневренных самолетов сопровождается нарастающим воздействием на организм пилота целого комплекса неблагоприятных факторов, таких как: большие и длительные перегрузки (5–12 ед.) с высоким градиентом нарастания, интенсивная рабочая нагрузка, угловые ускорения, периоды околонулевых и отрицательных перегрузок продолжительностью до 30 секунд, резкие изменения барометрического давления, шумы и вибрации, кратковременное кислородное голодание, выход за границы температурного диапазона, нарушение работы системы обеспечения жизнедеятельности.

Совокупное влияние этих факторов на организм пилота зачастую сопровождается нарушением нормального функционального состояния, возникновением утомления и переутомления, расстройствами зрительного вос-

приятия, а также снижением уровня активности, бдительности и качества выполнения профессиональных обязанностей, вплоть до потери работоспособности [3]. В рамках данной статьи ограничимся рассмотрением такого фактора, как снижение атмосферного давления.

Атмосферное давление является одним из основных факторов, влияющих на условия полёта. Обеспечение заданного уровня работоспособности пилота достигается своевременным получением необходимого количества кислорода совместно с вдыхаемым воздухом, состав которого показан на рисунке 1.

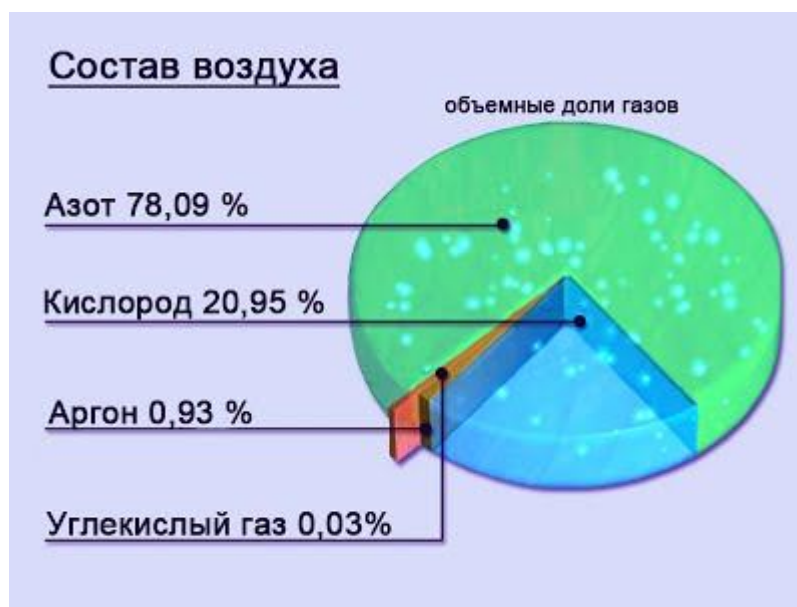


Рис. 1. Состав воздуха в атмосфере (в процентах)

Все окислительно-восстановительные процессы в организме человека могут быть осуществлены вследствие наличия в атмосферном воздухе молекулярного кислорода. С набором высоты парциальное давление кислорода, под которым следует понимать часть общего давления всей газовой смеси, приходящуюся на его долю, уменьшается.

Однако парциальное давление водяных паров и углекислого газа в альвеолярном воздухе практически не изменяется, что является причиной уменьшения давления кислорода в альвеолярном воздухе. Указанное обстоятельство затрудняет процесс кислородного обмена в органах и тканях и является, в свою очередь, причиной гипоксии (кислородного голодания).

Наблюдается снижение уровня работоспособности во всей системе эргатического типа «пилот – воздушное судно – окружающая среда». У пилота проявляется снижение концентрации внимания, в разы возрастает число ошибочных действий, большинство из которых обусловлено некорректной оценкой временных интервалов. Причиной этому является гипоксическая ги-

поксия, которая возникает вследствие понижения парциального давления кислорода во вдыхаемом воздухе [5].

Уровень барометрического давления 642–567 мм рт. ст. – это тот уровень, который поддерживается в полётных условиях, и на сегодняшний день имеется тенденция к его увеличению в целях роста уровня безопасности полетов на самолетах гражданской и военной авиации, как в России, так и за рубежом [6]. В таблице приведены результаты исследования изменения физиолого-гигиенических показателей кислородного обеспечения пилота при поддержании абсолютного давления воздуха в кабине экипажа в пределах от 690 до 567 мм рт. ст. [7, 8].

Физиолого-гигиенические характеристики условий кислородного обеспечения пилотов и пассажиров при поддержании абсолютного давления воздуха в кабине экипажа от 690 до 567 мм рт. ст.

Изменение физиолого-гигиенических показателей					
Внешняя среда		Кислород в организме			
		Парциальное давление кислорода, мм рт. ст.		Насыщение крови кислородом, %	
Барометрическая высота в кабине экипажа, пассажирских салонах, км	Барометрическое давление воздуха в кабине экипажа, пассажирских салонах, мм рт. ст.	в атмосферном воздухе	в альвеолярном воздухе	в состоянии относительного покоя	при физической нагрузке 250 кгс/мин
0	760	519	104 – 108	98,6 – 98,3	94,5 – 89,6
0,8	690	145	96 – 93	98,2 – 98,0	94,2 – 89,1
1,0	674	141	94 – 90	98,0 – 97,8	93,8 – 88,5
1,2	657	137	89 – 88	97,8 – 97,6	93,4 – 88,0
1,4	642	134	88 – 86	97,4 – 97,2	93,0 – 87,4
1,6	626	131	85 – 82	97,0 – 96,8	92,7 – 87,9
1,8	611	128	81 – 79	96,5 – 96,2	92,2 – 87,1
2,0	596	125	80 – 78	96,0 – 94,0	91,6 – 86,4
2,2	581	121	76 – 72	93,2 – 93,0	90,3 – 85,6
2,4	567	118	68 – 65	92,7 – 91,2	89,2 – 84,5

Дадим интерпретацию данных таблицы графическими зависимостями (рис. 2–4), наглядно демонстрирующими влияние описанных выше факторов.

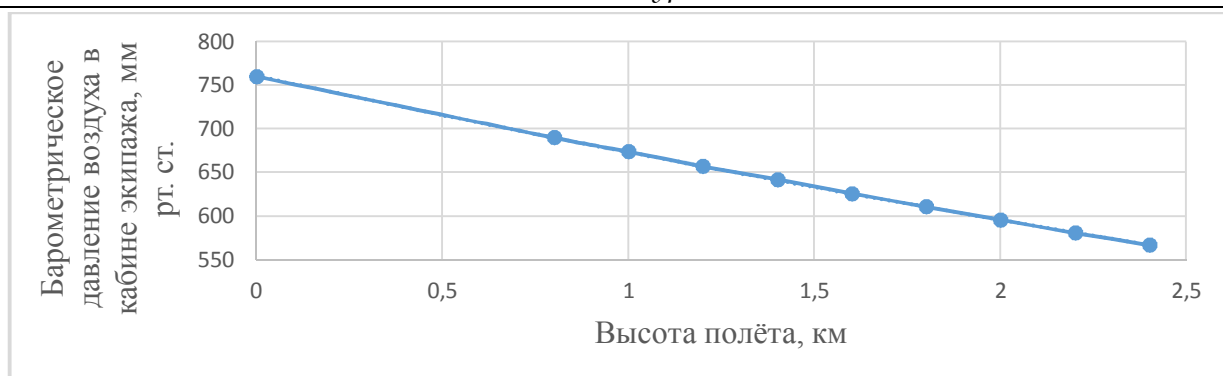


Рис. 2. Зависимость барометрического давления воздуха в кабине экипажа от высоты полёта

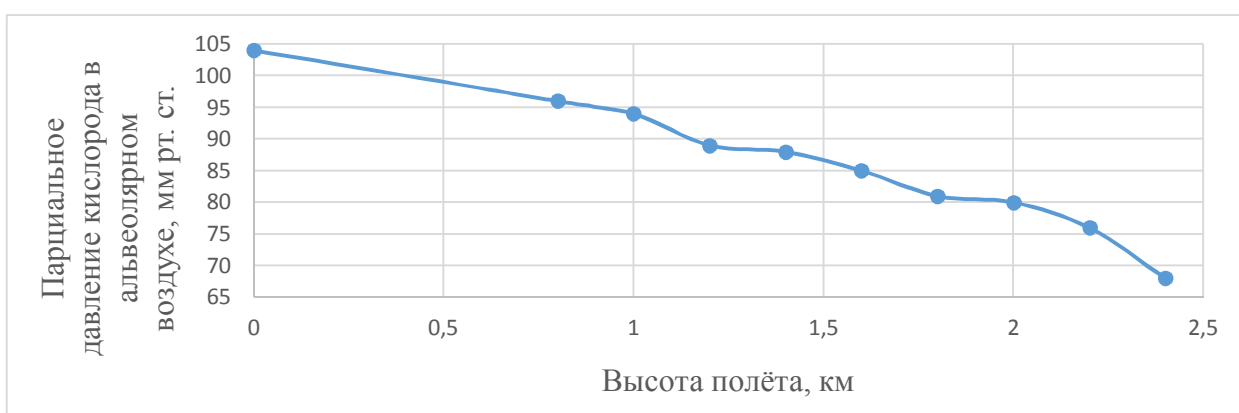


Рис. 3. Зависимость парциального давления кислорода в альвеолярном воздухе от высоты полёта

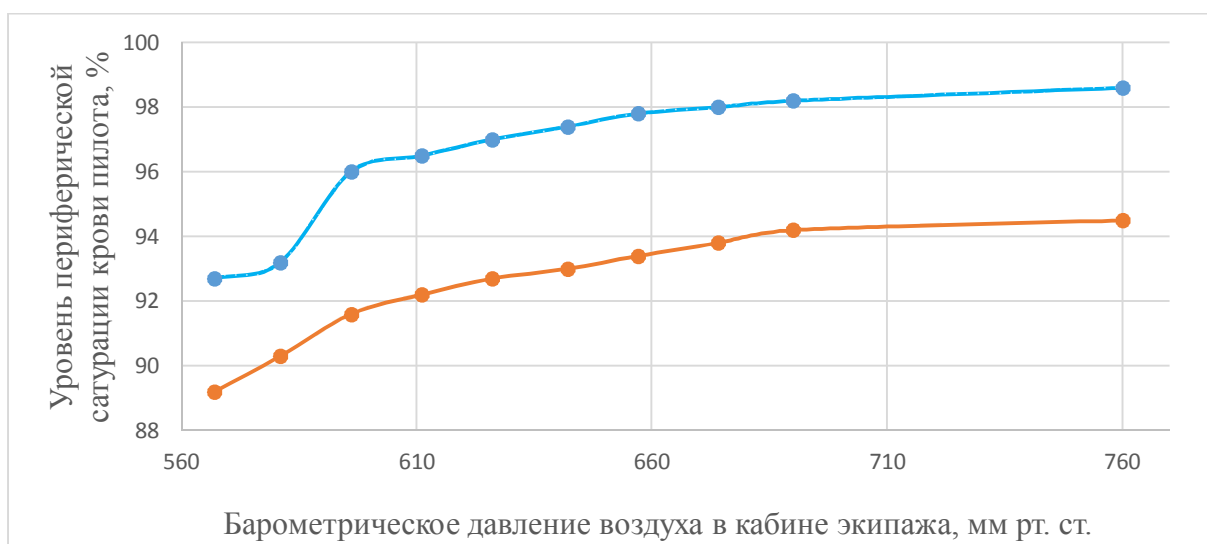


Рис. 4. Зависимость уровня периферической сатурации крови от барометрического давления воздуха в кабине экипажа: в состоянии относительного покоя (синий цвет), при физической нагрузке 250 кгс/мин (оранжевый цвет)

Далее на основании материалов таблицы и рисунков 2-4 проанализируем изменения физиологического состояния организма лётчика.

Результаты и их обсуждение

Возрастание минутного объема легочной вентиляции, частоты пульса, частоты дыхания являются существенными изменениями функционального состояния организма пилота и начинают проявляться уже на высотах 2,6 – 3,0 км. Увеличение легочной вентиляции примерно на 6 – 12% фиксируется на высоте свыше 3 км и сопровождается состоянием общей вялости, сонливостью, одышкой при незначительной мышечной напряженности, ощущением тяжести в голове, возникновением головокружения. Уровень периферической сатурации крови на высоте 2,6 км в состоянии покоя составляет 90,1 – 89,5%, однако при физической нагрузке он снижается до 85,2 – 83,4% [9].

На высотах 4 – 7 км кислородный баланс всех органов не удается обеспечить без включения имеющихся резервных возможностей организма пилота. Снижается способность адекватного восприятия полётной картины, наблюдается усталость, в некоторых случаях проявляется эйфория. Минутный объем легочной вентиляции увеличивается на 16 – 18 %. Следствием кислородного голодания является нарушение необходимых окислительно-восстановительных реакций организма, наблюдается усиленное потоотделение, ведущее к потере жидкости организмом.

При полётах на высотах от 8 до 11 км к указанным негативным факторам добавляется чувство вздутия живота и, как следствие, появление болевого синдрома, сила которого варьируется при естественном отхождении газов.

Заключение

Таким образом, следствием влияния уменьшения атмосферного давления является снижение парциального давления кислорода в альвеолярном воздухе, что приводит к гипоксии, начальное проявление которой характеризуется ухудшением внимания, рассеянностью, плохой концентрацией. Дальнейшее развитие гипоксии проявляется в учащенном легочном дыхании, повышении частоты сердечных сокращений, изменении биохимических реакций. Следует отметить, что данные воздействия усиливаются с набором высоты, а критическое снижение уровня периферической сатурации крови (ниже 83 %) может стать опасным для жизни пилота и пассажиров экипажа.

Список литературы

1. Методологические основы синтеза систем диагностики технического состояния космических и летательных аппаратов: монография / И. Е. Мухин,

А. И. Мухин, С. Н. Михайлов, Д. С. Коптев; Юго-Западный государственный университет. Курск, 2018. 212 с.

2. Мухин И. Е., Дворников М. В., Коптев Д. С. Подсистема контроля физиологического состояния пилота как одного из звеньев биотехнической системы эргатического типа «пилот – самолет – окружающая среда» // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2017. Т. 7, № 4(25). С. 59–69.

3. Мухин И. Е., Коптев Д. С., Шевцов А. Н. Анализ неблагоприятных факторов, воздействующих на пилота воздушного судна в процессе полёта // Медико-экологические информационные технологии: сб. науч. ст. по материалам XXI Междунар. науч.-техн. конф. Курск, 2018. С. 23-29.

4. Степановских А. С. Экология: учебник для вузов. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. 703 с.

5. Бурых Э. А., Сороко С. И. Компенсаторная роль системы кровообращения при острой гипоксической гипоксии у человека // Экологическая физиология. Серия: Экология человека. 2014. № 7. С. 30- 36.

6. Suedfeld P. Extreme and unusual environments: Challenges and responses. In S. Clayton (Ed.) // The Oxford Handbook of Environmental and Conservation Psychology. Oxford: Oxford University Press, 2012. P. 348-371.

7. Егоров П. И. Влияние высотных полетов на организм летчика. М.: Воениздат, 1937. 177 с.

8. Основы авиационной и космической медицины: учебник / под ред. академика РАМН И. Б. Ушакова. М.: Слово, 2007. 344 с.

9. Пантюхов А. П., Соколов Ю. А. Авиационная медицина: учеб. пособие. Минск: БГМУ, 2013. 355 с.

УДК 612.825

Д. В. Краснопивцева

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Курск

**ИНТЕРФЕЙСЫ «МОЗГ–КОМПЬЮТЕР»
НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММ:
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ, РЕКОМЕНДАЦИИ**

В статье рассмотрены типы систем интерфейса мозг-компьютер на основе электроэнцефалографии, а также выявлены их достоинства и недостатки путём проведения сравнительного анализа современного состояния разработок ИМК. На основе полученных

данных сформулирован вывод о будущем рассматриваемой технологии и предложены рекомендации по улучшению разработок ИМК.

Ключевые слова: сравнительный анализ, интерфейс мозг-компьютер, электроэнцефалография, медленные корковые потенциалы, сенсомоторные ритмы, вызванные потенциалы, воображаемые движения мелкой моторики.

Интерфейсы мозг–компьютер (ИМК) получают сигналы мозга, анализируют их и преобразуют в команды, которые передаются на устройства вывода, которые выполняют требуемые действия. Основная цель ИМК заключается в замене или восстановлении полезной функции у людей, страдающих нервно-мышечными расстройствами [1-3]. Разработчики интерфейсов мозг–компьютер сталкиваются с проблемами поиска оборудования для сбора сигналов, которое удобно, портативно, безопасно и способно функционировать во всех средах [4], а также с необходимостью проверки разработок в ходе долгосрочных исследований реального использования людьми с тяжелыми формами инвалидности [5]. Помимо этого существует проблема улучшения повседневной и мгновенной надежности работы ИМК, высказанная в [6].

Целью обзора является анализ и сравнение существующих типов систем ИМК на основе электроэнцефалограммы (ЭЭГ), выявление их достоинств и недостатков, а также рассмотрение способов решения выявленных проблем области. Для того чтобы сформировать реальную картину области разработок ИМК, был проведён сравнительный анализ 20 источников зарубежной и отечественной литературы.

В ходе сравнительного анализа были выявлены основные типы систем ИМК на основе ЭЭГ, применимые для развития коммуникации, экологического контроля и реабилитации в зависимости от различных модальностей ЭЭГ, а именно медленные корковые потенциалы (МКП), сенсомоторные ритмы, потенциалы, связанные с событием, P300 и зрительные вызванные потенциалы устойчивого состояния.

Медленные корковые потенциалы. ИМК на основе ЭЭГ, который может полагаться на МКП, позволяющие анатомически добровольно активировать различные части мозга. При нормальной функции головного мозга отрицательные МКП сопровождают подготовительную деполяризацию основной кортикальной сети, тогда как считается, что положительные МКП отражают дислокацию или торможение коры. При существенном обучении контроль за МКП для получения положительных или отрицательных сдвигов напряжения может быть изучен и использован для базовой обработки текста и других задач [7]. Однако системы МКП-ИМК нуждаются в длительных периодах обучения, профессиональном внимании и постоянной технической поддержке, в то время как не все пациенты могут получить полный контроль над своими МКП.

Сенсомоторные ритмы. Помимо МКП существует много систем ИМК на основе ЭЭГ, которые полагаются на сенсомоторные. Сенсомоторные ритмы соответствуют ритмам, извлеченным из сигналов ЭЭГ, которые регистрируются исключительно в сенсомоторных областях (то есть μ -ритм и β -ритм) и допускают анатомически специфическую произвольную регуляцию. Как правило, это ритмы, модулируемые движением, то есть происходит изменение либо во время выполнения движения, либо во время воображения или выполнения движения. Результаты исследований ИМК, полученные авторами [8], показали, что люди могут научиться самостоятельно регулировать амплитуды μ -ритма или β -ритма при отсутствии какого-либо движения или ощущения, а затем перемещать курсор в определенную позицию экрана компьютера, чтобы выбирать буквы или для эксплуатации ортопедического устройства. В общем, управление на основе сенсомоторных ритмов достигается посредством активации и деактивации центральных моторных зон, при этом не требуется никаких внешних (например, визуальных) стимулов, поскольку колебательные компоненты ЭЭГ модулируются с помощью специальных воображаемых действий. Системы ИМК на основе сенсомоторных ритмов позволяют людям с двигательными нарушениями работать с системой контроля окружающей среды или простым текстовым редактором быстрее, чем системы ИМК на основе МКП-ЭЭГ [8]. Потребность в обширных обучающих сессиях, которые необходимы для получения достаточного контроля регулирования сенсомоторных ритмов, составляет основной недостаток этого подхода. Наконец, ещё одним недостатком подхода сенсомоторных ритмов является способность различать свойства ритмов, которые соответствуют различным воображаемым движениям, что в некоторых случаях приводит к неэффективному общению.

Например, на анализе показателей сенсомоторного ритма разработан ИМК «Wadsworth» [9], в котором испытуемые используют воображаемые движения руки и всего тела для управления курсором на экране компьютера (в процессе обучения сознательной модуляции амплитуды своих сенсомоторных потенциалов). Ещё одним примером является «Graz» [10] ИМК, разработанный на основе распознавания воображаемых движений крупных частей тела – рук и ног – для управления курсором, виртуальной клавиатурой или ортопедическим устройством для парализованной конечности.

ИМК на основе компонента воображаемых движений мелкой моторики. Большинство исследований посвящено различению воображаемых движений относительно больших частей тела: рук, ног, движений в локтевых и плечевых суставах, запястьях и т. д. В то же время использование воображаемых движений «мелких» моторных команд сделает возможным обеспечение

наибольшего количества степеней свободы для системы ИМК и ускорить процесс использования этой техники на практике.

Разработка методов для классификации паттернов сигналов ЭЭГ, которые соответствуют воображению движений мелкой моторики рук для неинвазивного ИМК, важна для создания методов восстановления подвижности пальцев после инсульта, травм мозга и для контроля протезов роботизированных конечностей. Сложность классификации сигналов ЭЭГ заключается в низком пространственном разрешении метода, что рассмотрено авторами [11].

Вызванные потенциалы. P300 является вызванным потенциалом и является одним из наиболее часто используемых методов на основе ЭЭГ. P300 вызывается приблизительно через 300 мс после запускающего стимула; это соответствует положительному пику напряжения. Вызванные потенциалы связаны со стимулами, которые предоставляют релевантную для задачи информацию. P300 был популярен в исследованиях ИМК из-за своей простоты вызова и последовательности. P300 требует небольшой начальной подготовки объекта [12-15].

Зрительно вызванные потенциалы в устойчивом состоянии вызываются осциллирующим стимулом, модулированным с фиксированной частотой, и проявляются как увеличение активности ЭЭГ на частоте стимуляции. Типичное приложение ИМК на основе зрительных вызванных потенциалов устойчивого состояния использует несколько визуальных мерцаний, таких как цифры или буквы на экране, в то время как пользователь смотрит на один из символов и фокусирует на нем свое внимание [16]. Когда пользователи концентрируют свое внимание на одном из стимулов, стимул вызывает повышенный ответ зрительных вызванных потенциалов устойчивого состояния с соответствующей частотой в затылочной области мозга. Таким образом, пользователь должен следить за фиксацией. Этот тип ИМК зависит от здорового внимания и зрения, что часто подвергается риску у пациентов с запущенными и тяжелыми неврологическими заболеваниями. Поэтому зрительные вызванные потенциалы устойчивого состояния не подходят для пациентов с поздними стадиями амиотрофического бокового склероза или с неконтролируемыми движениями глаз. Ряд систем ИМК на основе зрительных вызванных потенциалов устойчивого состояния был разработан и применен для работы протеза или для управления аватаром в среде виртуальной реальности здоровыми людьми, подробнее данные системы рассмотрены в [17, 18].

Проанализировав источники, была составлена таблица достоинств и недостатков современных разработок в области ИМК.

Сравнительный анализ достоинств и недостатков современных разработок
в области ИМК

Название ИМК	Достоинства	Недостатки
ИМК на основе медленных корковых потенциалов	При существенном обучении контроль за МКП для получения положительных или отрицательных сдвигов напряжения может быть изучен и использован для базовой обработки текста и других задач	Системы МКП-ИМК нуждаются в длительных периодах обучения, профессиональном внимании и постоянной технической поддержке, в то время как не все пациенты могут получить полный контроль над своими МКП
ИМК на основе сенсомоторных ритмов	Управление на основе сенсомоторных ритмов достигается посредством активации и деактивации центральных моторных зон, при этом не требуется никаких внешних (например, визуальных) стимулов, поскольку колебательные компоненты ЭЭГ модулируются с помощью специальных воображаемых действий	Потребность в обширных обучающих сессиях, которые необходимы для получения достаточного контроля регулирования сенсомоторных ритмов. Способность различать свойства ритмов, которые соответствуют различным воображаемым движениям, что в некоторых случаях приводит к неэффективному общению
ИМК на основе компонента воображаемых движений мелкой моторики	Использование метода воображаемых движений «мелкой» моторики может обеспечить большее количество степеней свободы для системы ИМК	Сложность классификации сигналов ЭЭГ связана с небольшим пространственным разрешением метода
ИМК на основе вызванных потенциалов	Простота вызова и последовательности, требует небольшой начальной подготовки объекта	Зрительные вызванные потенциалы устойчивого состояния не подходят для пациентов с поздними стадиями амиотрофического бокового склероза или с неконтролируемыми движениями глаз

Проведя сравнительный анализ разработок технологий ИМК, приходим к выводу о том, что будущий успех технологии зависит от улучшений в получении сигнала и от четких проверочных исследований и моделей жизнеспособного распространения, эти проблемы бледнеют рядом с проблемами, связанными с проблемой надежности. В любом случае, независимо от способа записи, типа сигнала или алгоритма обработки сигнала, надежность ИМК для всех, кроме самых простых приложений, остается низкой, что указано в [19]. Таким образом, можно согласиться с авторами [20] в том, что без значительных улучшений реальная полезность ИМК в лучшем случае останется

ограниченной только самыми основными коммуникационными функциями для людей с наиболее серьезными нарушениями.

Следовательно, на основе сравнительного анализа зарубежной и отечественной литературы можно сформировать рекомендацию о том, что улучшение разработок ИМК зависит от центральной роли адаптивных взаимодействий в работе ИМК, а также важности включения дополнительных сигналов мозга и обеспечения дополнительной сенсорной обратной связи.

Список литературы

1. Chaudhary U., Birbaumer N., Ramosmurguialday A. Brain-computer interfaces for communication and rehabilitation // *Nature Reviews Neurology*. 2017. Vol. 12, N 9. P. 5-13.

2. Ramadan R. A., Vasilakos A. V. Brian computer interface: control signals reviews // *Neurocomputing*. 2016. N 223. P. 26-44.

3. Воображение движений нижних конечностей для управления системами «интерфейс мозг-компьютер» / Е. В. Боброва, В. В. Решетникова, А. А. Фролов, Ю. П. Герасименко // *Журнал высшей нервной деятельности им. И. П. Павлова*. 2019. Т. 69, № 5. С. 529-540.

4. Предварительные результаты контролируемого исследования эффективности технологии ИМК-экзоскелет при постинсультном парезе руки / А.А. Фролов [и др.] // *Вестник Российского государственного медицинского университета*. 2016. № 2. С. 17–25.

5. Морозова Е. Ю., Скворцов Д. В., Каплан А. Я. Выработка навыка представления движения под контролем управляемой от ЭЭГ нервно-мышечной электростимуляции, вызывающей конгруэнтное или неконгруэнтное движение кисти // *Физиология человека*. 2019. Т. 45, № 4. С. 40-45.

6. Bablani A., Tripathi D., Cheruku R. Survey on Brain-Computer Interface: An Emerging Computational Intelligence Paradigm // *ACM Computing Surveys*. 2019. N 52(1). P. 1-32.

7. Towards independence: a BCI telepresence robot for people with severe motor disabilities /L. Tonin, M. Rohm, T. Carlson, J.D.R. Millan // *Proceedings of the IEEE*. 2015. N 103(6). P. 969-982.

8. Choi I. A., Kim N. Y., Nam C. S. Sensorimotor Rhythm-Based Brain-Computer Interface Controlled Functional Electrical Stimulation for Handgrasp Rehabilitation // *Neuroergonomics*. 2020. P. 329-349.

9. Khairullah E., Arican M., Polat K. Brain-computer interface speller system design from electroencephalogram signals with channel selection algorithms // *Medical Hypotheses*. 2020. N 141.

10. Abbaspour H., Mehrshad N., Razavi S. M. Identifying motor imagery activities in brain computer interfaces based on the intelligent selection of most informative timeframe // *SN Applied Sciences*. 2020. N 2.

11. Rinck P. Magnetic resonance in Medicine. The Basic Textbook of the European Magnetic Resonance forum // Magnetic Resonance. A Peer-reviewed, Critical Introduction – TRTF, 2017. URL: <http://www.magnetic-resonance.org/ch/21-01.html> (дата обращения 27.04.2020).

12. Левицкая О. С., Лебедев М. А. Интерфейс мозг-компьютер: будущее в настоящем // Вестник Российского государственного медицинского университета. 2016. № 2. С. 4-16.

13. Адаптация технологии интерфейсов мозг-компьютер на волне P300 для оценивания состояния больных нервной анорексией / И. П. Ганин, Е. А. Косиченко, А. В. Соколов, О. М. Иоаннисянц, И. М. Арефьев, А. Я. Басова, А. Я. Каплан // Вестник РГМУ. 2019. № 2. С. 36-43.

14. Ганин И. П., Косиченко Е. А., Каплан А. Я. Особенности электроэнцефалографических реакций на эмоционально значимые стимулы в технологии интерфейса мозг-компьютер на волне P300 // Журнал высшей нервной деятельности. 2017. Т. 67, № 4. С. 453-463.

15. An auditory-tactile visual saccade-independent P300 brain-computer interface / E. Yin, T. Zeyl, R. Saab, D. Hu, Z. Zhou, T. Chau // Int. J. Neural Syst. 2016. Vol. 26, N 1. P. 1650001.

16. Artefacts removal to detect visual evoked potentials in brain computer interface systems / H. Abbaspour, N. Mehrshad, S.M. Razavi, L. Mesin // J Biomim Biomater Biomed Eng. 2019. N 41. P. 91–103.

17. Real-time Control of a Video Game using Eye Movements and Two Temporal EEG Sensors / A. N. Belkacem, S. Saetia, K. Zintus-art, D. Shin, H. Kambara, N. Yoshimura, N. Berrached, Y. Koike // Computational Intelligence and Neuroscience. 2015. Vol. 2015. P. 1-10.

18. Kwak N. S., Müller K. R., Lee S. W. A convolutional neural network for steady state visual evoked potential classification under ambulatory environment // PLoS One. 2017. Vol. 12, N2. P. e0172578.

19. Пирадов, М. А., Черникова Л. А., Супонева Н. А. Пластичность мозга и современные технологии нейрореабилитации // Вестник Российской академии наук. 2018. Т. 88, № 4. С. 299-312.

20. Ямаев М. И., Шипицин С. П., Филатова Е. С. Нейронные сети для классификации ЭЭГ: от перцептрона до сверточной LSTM-сети // Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям. 2018. Т. 1. С. 765-768.

СОЦИОГУМАНИТАРНЫЕ РИСКИ СОВРЕМЕННЫХ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ КАК ФАКТОР НАПРЯЖЕННОСТИ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ

УДК 316.42+502.3

И. А. Асеева, В. Г. Буданов

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Курск

К ВОПРОСУ ПОСТРОЕНИЯ РИСКОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ В ЦИФРОВУЮ ЭПОХУ

Одним из основных назначений метода социотехнических ландшафтов, развиваемого в рамках гранта РФФИ №19-18-00504 «Социотехнические ландшафты цифровой реальности: онтологические матрицы, этико-аксиологические регулятивы, дорожные карты и информационная поддержка управленческих решений», при поддержке которого подготовлена данная статья, является установление степени и прогноз рискогенности тех или иных цифровых и сопряженных с ними технологий в отношении антропологических и социальных конституций общества и человека. В работе рассмотрены рискогенные факторы цифровых сред, деформирующие конституциональные антропологические стратификации онтологии обобщенной телесности, развитые в подходе квантово-синергетической антропологии. Кроме того, обоснована необходимость учета базовых социальных рисков для проблем занятости, досуга, личной свободы и охраны конфиденциальной информации, которые будут также формировать маркеры рискогенных ландшафтов социотехнических сред.

Ключевые слова: социотехнический ландшафт, риски, антропология, синергетика, квантовая психология, цифровая реальность, сложность, личность, защита информации, пандемия.

Современные технологические, информационные и социальные процессы, особенно бурно протекающие в актуальной ситуации растущей сложности и неопределенности, приводят к необходимости корректировки устоявшихся моделей поведения и форм коммуникации в различных социокультурных средах. Многие из этих процессов уже немыслимы вне цифровой реальности [1]. Информационно-сетевые технологии, модернизация коммуникационных гаджетов и программ, ситуация вынужденной дистанционной работы фактически переформатировали общество под цифровой порядок, добавили ранее неизвестные проблемы, связанные не только с новыми качественными возможностями и сложностью отбора и систематизации информации, обучением в удаленном режиме, но и с появлением неоднозначных и еще неизученных психоментальных феноменов новой виртуальной и киберфизической реальности.

Отметим лишь несколько важных проблем, связанных с нарастающим распространением цифровизации в ключевых сферах общественной и личной жизни.

Личностная деформация

Современные исследования называют нашу эпоху «гиперинформационной». Например, по данным Facebook, пользователи ежедневно обмениваются 500 терабайтами информации, 300 млн фотографий, 2,7 млрд «лайков», а Google фиксирует 5,3 млрд запросов в день [2]. Причем, по расчетам аналитиков IDC – Международной исследовательской и консалтинговой компании IDC, занимающейся изучением мирового рынка информационных технологий и телекоммуникаций, объем данных растет в геометрической прогрессии (рис.).

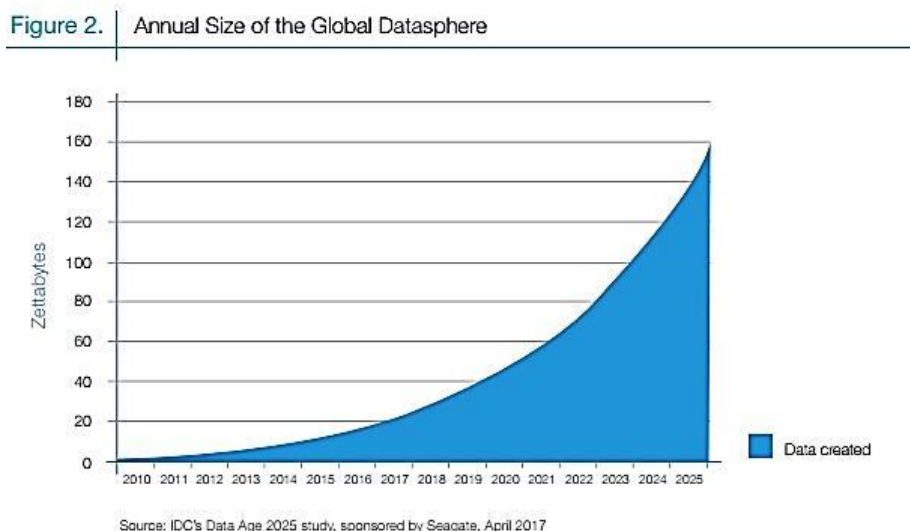


Рис. Рост объема мировых данных по годам (источник: seagate.com)

Авторы этого доклада также утверждают, что «по сравнению с сегодняшним днем каждый человек будет в 20 раз чаще взаимодействовать с Интернетом или с устройствами с выходом в Интернет. Если сейчас среднее количество взаимодействий – чуть больше 600, то к 2025 году мы будем сталкиваться с сетью 4800 раз в день». Эксперты IDC прогнозировали, что «с 2009 г. до 2020 г. объем мировых данных увеличится в 44 раза, потом в 50 раз, теперь уже значится цифра 55 раз. Каждый год IDC с учетом анализа новых данных перестраивает кривую роста вверх, как правило, на несколько зеттабайт, по последнему отчету с 2009 г. объем данных за год с 0,8 зеттабайт вырастет до 44 зеттабайт в 2020 г. К 2025 году, согласно исследованию IDC по заказу Seagate, количество информации вырастет до 163 зеттабайт» [Попытки расчета количества информации на планете Земля [https://nag.ru/articles/article/101906/popyitki-rascheta-kolichestva-informatsii-na-](https://nag.ru/articles/article/101906/popyitki-rascheta-kolichestva-informatsii-na)

planete-zemlya.html]. Однако количество данных совсем не коррелирует с качеством и важностью сохранения этой информации, с одной стороны, и фактической возможностью защитить личностно или государственно-важную информацию, с другой.

Кроме того, беспрецедентные объемы информации, которую приходится искать, осмысливать, отбирать и использовать, неминуемо приведут к изменению форм взаимодействия с этой информацией. Ученые отмечают, что обработка информации современным человеком переориентируется с понятийной на образную, с текста на картинку. Согласно исследованиям Cisco, в 2015 году IP-трафик по передаче видео составил 8000 петабайт в месяц, по сравнению с около 3000 петабайт по загрузке web-страниц и электронной почты. В целом по итогам года видео составляло большую часть интернет-трафика – 34 000 петабайт, второе место занял общий доступ к файлам – 14 000 петабайт. Другие интересные факты: пользователи YouTube загружают 48 часов нового видео каждую минуту, каждый день загружается видео на 10 терабайт, что эквивалентно 405 Blu-Ray дискам; каждую минуту создается 571 новых сайтов [2]. Изменившаяся форма подачи и приема информации формирует феномен, получивший название «клипового мышления», «клипового сознания» [3], особенно у молодого поколения появляется склонность к принятию стремительных, неотрефлексированных решений, на основе первичных внутренних импульсов и эмоциональных впечатлений. При этом возможна высокая скорость обработки, в том числе и параллельных потоков, информации, однако в ущерб глубине критического осмысления этой информации. По данным Лаборатории Касперского за 2018 год, 40% детей до 10 лет в России и США и 68% подростков в России, 60% в США, 58% в Германии постоянно находятся онлайн. 43% детей в младшей школе и 95% старшеклассников имеют страницы в соцсетях (данные Лаборатории Касперского за 2019 год). Постоянное пребывание в виртуальной реальности приводит, согласно результатам экспериментов, к подавлению дефолт-системы мозга, отвечающей за системное мышление [4, с. 19945], поверхностному взгляду, возникновению тревожности, стрессу, снижению креативности [5].

Медики отмечают развитие цифрового аутизма, выражающегося в невозможности поддерживать длительный личный контакт, снижении интереса к внутреннему миру другой личности, в обесценивании сострадания, эмпатии, ощущении социальной тревожности, депрессии, чувстве одиночества. Современный человек проводит 8 часов в виртуальной реальности и лишь 2,5 часа в сутки тратит на личное общение [6, с. 15], что приводит к постепенной утрате навыков социального взаимодействия, дисфункции дефолт-системы мозга.

До недавнего времени, чтобы снизить риск подобных деформаций мышления, на государственном уровне многих европейских держав (Германии, Франции, Великобритании) вводились ограничения для детей в школах

и для служащих в рабочее время в пользовании электронными устройствами. Но за последние несколько месяцев ситуация кардинально изменилась. Режим самоизоляции, введенный на государственном уровне в связи с угрозой заражения коронавирусом COVID19, в экстренном порядке вывел человечество в виртуальную реальность, поставил перед необходимостью осваивать компьютеры с интерактивными и информационно-сетевыми формами коммуникации. Студенты и учащиеся школ, а также вынужденные их контролировать и помогать работать с обучающими программами родители фактически постоянно в процессе обучения находятся в режиме online, по сути выполняя функции профессиональных педагогов. Эта ситуация провоцирует острое противоречие между формированием релевантных цифровых компетенций (медиа-информационной грамотности) и моделей взаимоотношений (смещение социальных ролей родитель-ребенок, учитель-ученик). Соответственно, обостряются и широко распространяются формы нового агрессивного поведения: флеймы, флуд, спам, троллинг, кибербуллинг и др. Кроме того, значительно ухудшаются высшие психические функции мозга (памяти, внимания, восприятия, речи, мышления), кардинально трансформируются принятые в культуре социальные практики и механизмы формирования личности [7].

Таким образом, реализуются многие прогнозы кибер-панк утопии социальной фантастики. Кроме того, мы можем оценить угрозы формирования и деформации для тех или иных функциональных тел обобщенной телесности человека [8; 9] в агрессивной цифровой среде. Физическое тело, скорее всего, будет ослабляться, т.к. в умных средах Интернета вещей и роботизированных производств бытовые и рабочие двигательные действия и навыки станут не востребуемыми и человеку придется создавать специальные комплексы упражнений для поддержания мышечного тонуса и координационных навыков. Эмоциональное тело будет испытывать довольно примитивный спектр удовольствий виртуальной реальности, в которой не будет реальной тренировки гормональных и эмоциональных систем человека, свойственных человеческой коммуникации и социализации. Волевое тело также недостаточно развивается и детренируется в имитационных слабо стрессовых режимах виртуальной реальности, которые в действительности не могут создавать развивающие и экзистенциальные стрессы, формирующие личность в реальной жизни. Эмпатическое тело просто атрофируется при отсутствии межличностного общения, а это угасание взаимопонимания и сочувствия к ближнему. Творческие, интуитивные способности все меньше востребуются и подменяются ИИ. Более того, каждая цифровая технология может быть оценена в качестве рискогенного фактора для различных функциональных тел обобщенной телесности, что может быть еще одним пространством рискогенных критериев в построении социально-технологических ландшафтов. Следовательно, для поддержания функциональных статусов привычной конституции

человека понадобятся серьезные компенсаторные практики, которые займут большое время в жизни личности и могут свести на нет многие преимущества рекламируемые адептами цифровизации. Эти проблемы носят не столько технический, сколько антропологический характер и с особой остротой подчеркивают вечные экзистенциальные вопросы о смыслах и ценностях человеческой жизни.

Нарушение конфиденциальности личной информации и использование ее в корыстных целях

Крупные цифровые компании могут отслеживать интересы граждан, использовать эту информацию в своих целях и в определенной мере манипулировать ею. «Google видит, что люди ищут, Facebook – чем они делятся, Amazon – что они покупают» [9]. Amazon, например, анализирует данные о покупках 152 млн клиентов объемом около 1 эксабайта для построения прогнозов торговых потребностей [2]. Мартин Энзеринк и Джилберт Чин в статье «Конец частной жизни» пишут о том, что с момента рождения и на протяжении всей жизни люди оставляют огромное количество электронных следов, обмениваются данными, делятся проблемами [10]. Поэтому все труднее сохранить в секрете личные данные человека, информацию о его здоровье, предпочтениях, финансовых возможностях и политических пристрастиях. Появляются технологии, способные распознать и установить личность человека по случайной фотографии, мелькнувшей в социальных сетях. Ян Ле Кун, руководитель исследований в сфере искусственного интеллекта Фейсбук (Нью-Йоркский университет), утверждает, что цель – не вторгаться в частную жизнь более чем 1,3 млрд активных пользователей Фейсбука, а в том, чтобы защищать ее. Как только система Дипфейс (Deep Face) идентифицирует лицо на одной из 400 млн новых фотографий, ежедневно загружаемых пользователями, «вы получите сигнал тревоги от Фейсбука, сообщаящий вам, что вы появились на снимке», объясняет Ле Кун. После этого человек может стереть свое лицо со снимка, чтобы защитить свою частную жизнь [11]. Думается, в этом заявлении есть большая доля лукавства. И дело не в том, что можно не успеть стереть компрометирующую личную фотографию, а в том, что ее невозможно стереть без следа, и в том, что не ясно, для чего будет использоваться автоматическое распознавание лиц и как вообще его можно юридически контролировать. Те же проблемы возникают и при распознавании голоса и использовании этой информации без согласия человека.

Еще одна проблема, связанная с санкционированием проникновения в персональные данные, возникает при обсуждении приоритета личных или общественных интересов в ситуации, например, крупных эпидемий, таких как вирус Эбола, H1N1 или коронавирус COVID19. Большинство государственных регламентов направлены на защиту общественного здоровья в ущерб сохранению тайны частной жизни.

Но использование личной информации может быть продиктовано не только благими намерениями и социальной значимостью, а еще незаконными или корыстными интересами третьих лиц. В 2007 г. кардиолог вице-президента США Дика Чейни не одобрил использование его пациентом беспроводного стимулятора сердца из-за риска постороннего вмешательства в его работу. Современные миниатюрные медицинские приборы, такие как инсулиновые насосы, непрерывные мониторы глюкозы, стимуляторы сердца или дефибрилляторы, могут с помощью Интернета пересылать сообщения лечащему врачу. Но если для компьютеров и смартфонов созданы и применяются обновления безопасности, то для медицинских приборов на первом месте стоит надежность и легкость в использовании пациентами. Эксперты по безопасности демонстрируют, что с помощью легкодоступного оборудования, руководства для пользователя и знания кода прибора они могут взять под контроль прибор или осуществлять мониторинг посылаемых им данных [13].

С цифровизацией банковской и торговой сферы потребления и их сращиванием на основе скоринговых и скрининговых интересов связана угроза манипулирования данными, когда банки начинают собирать информацию о клиентской базе потенциальных заемщиков не только по социальным сетям [14], но и по потребительской корзине клиентов с целью определения наиболее полного личностного профиля возможного заемщика. На самом деле речь идет и о еще более полной информации, восстановленной по оплатам банковской картой в кинотеатрах, аптеках, медицинских учреждениях, вокзалах. Фактически это не только социально-психологический профиль, но и проблемы здоровья, культурных и политических предпочтений и другие факты личной жизни, которые легко восстанавливаются в таком расширенном скрининге, нарушая этические нормы вторжения в частные пространства личности [15]. Фактически наши частные данные, собранные полулегально через банковско-маркетинговый скрининг, все больше становятся товаром, что не может не вызывать чувства протеста.

На основе результатов проведенного нами в 2019 году социологического опроса¹ среди жителей г. Курска (Россия), было выявлено, что больше по-

¹ Опрос проводился методом анкетирования в рамках авторского социологического исследования «Современные социальные технологии как инструмент управления установками личности», проведенного в июне-ноябре 2019 года среди жителей г. Курска (Россия). Генеральная совокупность – жители города в возрасте от 18 лет и старше – 321 тысяча человек, выборочная совокупность – 384 респондента.

Материалы социологического исследования находятся в открытом доступе на сайте «Курский социологический клуб», вкладка выполненные исследования – Проект «Современные социальные технологии как инструмент управления установками личности». URL: http://sociokursk.ru/?page_id=3979.

ловины респондентов – 59,4% – считают себя объектом манипуляций с использованием социальных технологий (рекламы, в частности), 40,6% – не считают. Подавляющее большинство респондентов не согласны с несанкционированным использованием личной информации (67,9%), безразличны 7,1%, а абсолютно согласны всего 4,6% опрошенных.

Проблемы нарушения приватности, конфиденциальности как со стороны государства, бизнес-корпораций, так и криминальных киберструктур нарушают базовые права человека на личное пространство и личную информацию, защита которых более не гарантируется государством и правовой системой. Возникает проблема принятия новых кодексов защиты прав личности в цифровую эпоху, причем скорость принятия соответствующих законов резко отстает от скорости появления новых угроз участия личности в киберфизической реальности. Эффективность систем антитеррористической безопасности и выгоды надежного кредитования банками ставятся выше прав личности, а это положение вещей создает искушение государству создания цифрового концлагеря. Пандемия 2020 радикально усилила эти тенденции всеобщей прозрачности поведения личности, что, возможно, имеет оправдание в период карантина, но не факт, что будет отменено после него, создавая общество тотального контроля.

Обострение конкуренции на рынке труда

Распространение машин с элементами интеллекта постепенно вытесняет человека не только из сферы опасных и вредных производств и тяжелого сельскохозяйственного труда, но и из наиболее распространенной во всем мире сферы услуг [16]. Эта тема широко обсуждается в СМИ и «проживается» в фантастических фильмах. И если еще несколько лет назад такие перспективы вызывали в обществе шок и панику, то сегодня люди понимают, чтобы конкурировать, а лучше управлять такими машинами, необходимо постоянно повышать квалификацию, обладать оригинальным мышлением, осваивать новые подходы и методы. 57,7% респондентов в нашем исследовании уверены, что в результате цифровизации, распространения новых технологий, использовании роботов существенно поменяется структура профессий в будущем, большинство современных профессий сохранится, но появится и много новых. 77,8% респондентов не считают, что человек обязательно должен реализовываться только в одной профессии. Чтобы быть успешными, 48,1% респондентов намерены совершенствовать свой профессиональный уровень, 19,1% готовы сменить сферу деятельности.

Отметим, что проблема занятости непосредственно сопряжена с проблемой досуга в богатых странах, появлением проектов безусловного подушевого дохода каждому гражданину. Досуговый вызов связан с изъятием из повседневности многих базовых практик человеческой жизни: коммуника-

ции и коллективной социализации, множества социальных ролей в трудовой деятельности, мотивов карьеры и конкуренции, взаимопомощи и т. д., так, словно все сразу вышли на пенсию и испытывают шок невостребованности и утраты смысла жизни.

Проблемы трудовой занятости и досуговые вызовы, наряду с угрозами свободы личности и конфиденциальности личной информации, являются одними из ключевых рискованных факторов социальной жизни человека и будут отражаться в социальных маркерах рискованных социотехнических ландшафтов.

Итак, возникающие вызовы цифровой реальности порождают множество проблем, требующих адекватного осмысления и формирования компенсаторных механизмов, способных снизить социальную напряженность и избежать необратимой деградации человеческой личности и психофизических заболеваний. Такие механизмы должны создаваться на государственном уровне на основе международного сотрудничества, поскольку эти проблемы приобретают черты глобальных, касающихся всех и каждого представителя современной техногенной цивилизации, наряду с угрозой мировой войны, пандемии или сохранения экологии планеты.

Список литературы

1. Социотехнический ландшафт цифровой реальности: философско-методологический концепт, онтологические матрицы, экспертно-эмпирическая верификация: коллективная монография / В. И. Аршинов, М. В. Артеменко, И. А. Асеева, В. Г. Буданов, О. А. Гримов, Е. Г. Каменский, Н. А. Корневский, А. В. Маякова, С. Н. Родионова, В. В. Чеклецов; отв. ред. В. Г. Буданов, И. А. Асеева. Курск: ЗАО «Университетская книга», 2019.

2. Попытки расчета количества информации на планете Земля [Электронный ресурс]. URL: <https://nag.ru/articles/article/101906/popyitki-rascheta-kolichestva-informatsii-na-planete-zemlya.html>.

3. Гиренок Ф. И. Клиповое сознание. М.: Академический проект, 2014.

4. Causal interactions between fronto-parietal central executive and default-mode networks in humans / A. C. Chen, D. J. Oathes, C. Chang, T. Bradley, Z.-W. Zhou, L. M. Williams, G. H. Glover, K. Deisseroth, A. Etkin // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2013. Vol. 110, N 49. P. 19944-19949.

5. Mark G., Gudith D., Klocke U. The Cost of Interrupted Work: More Speed and Stress // *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI 2008*. Florence, Italy, 2008. P. 107-110.

6. Signam A. Well connected? The biological implications of ‘social networking’ // *Biologist*. 2009. Vol. 56, N 1. P. 14-20.

7. Хорошилов А.В. Возрастная периодизация и цифровая грамотность: базовые цифровые компетенции для каждого уровня образования ИКТ и Ра-

мочная программа действий ЮНЕСКО «Образование 2030» // SMART RUSSIA: Возрастная периодизация и цифровая грамотность: базовые цифровые компетенции для каждого уровня образования. М., 2018.

8. Буданов В. Г. Эскиз квантовосинергических онтологий человека и общества // Философские науки. 2014. № 8. С. 101-110.

9. Budanov V.G., Aseeva I.A. Quantum-synergetic anthropology: on the borders of the new technological order // 4th International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences and Arts SGEM-2017 conference proceedings. Sofia, 2017. P. 565-574.

10. The Economist, «Difference Engine. Technology is eroding your right to tinker with things you own», available at: <https://www.economist.com/news/science-and-technology/21723679-digital-technology-eroding-peoples-right-tinker-things-they-own-end-ownership> (Accessed October 14, 2017).

11. Enserink M., Chin G. The end of privacy // Science. 2015, 30 January. Vol. 347, N 6221. P. 490–491.

12. Bohannon J. Unmasked // Science. 2015, 30 January. Vol. 347, N 6221. P. 492–494.

13. Clery D. Could your pacemaker be hackable? // Science. 2015, 30 January. Vol. 347, N 6221. P. 499.

14. Hagel J., Armstrong A. Net Gain: Expanding Markets Through Virtual Communities, Cambridge: Harvard Business Press, 1997.

15. Lengare K.B. Data ethics and its role in digital era. Review of Research. 2018. Vol. 7, is. 11. P. 1-7.

16. Budanov V., Aseeva I., Zvonova E. Industry 4.0.: socio-economic junctures // Economic Annals-XXI. 2017. Vol. 168(11-12). P. 33-37.

УДК 14

В. Г. Буданов, В. И. Аршинов, М. В. Артеменко, И. А. Асеева

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Курск

СЕМИОТИЧЕСКИЕ И ЦИФРОВЫЕ СОЦИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЛАНДШАФТЫ И АНТРОПОЛОГИЧЕСКИЕ КЛЮЧИ ЦИФРОВИЗАЦИИ

В работе рассматриваются различные вопросы: семиотического перехода от ландшафта символического к построению цифровых ландшафтов коррелятов, индикаторов, маркеров; построения локальных ландшафтов по различным таксонам в условиях сложной топологии. Впервые для описания ландшафтов вводятся такие понятия, как «имя (таксона)», «контейнер» (включающий базы знаний и правил функционирования таксона), антропологический ключ (онтология обобщенной телесности) и темпоральный профили. Рассматриваются антропологические и социальные измеримые изменения антро-

пологического профиля человека следующих характеристик («тел»): «Сома», «Энергия», «Реакция», «Эмоция», «Логика», «Концентрация», «Интуиция», «Эмпатия», «Воля», «Коммуникативность подлинной реальности», «Коммуникативность виртуальной реальности», «Коммуникативность дополненной реальности». Впервые рассматривается понятие антропологического ключа в виде вектора (лингвистической переменной), в состав которого входят 12 указанных характеристик. В качестве составляющих темпоральной шкалы предлагается использовать: атемпоральность, реакции, движения, действия, практика (деятельность), обычаи (традиция), история, культура. В работе приведены антропологические профили различных состояний элементов социума и предлагается применять десятичный логарифм относительной интенсивности значений предлагаемых характеристик. Приведена описательная шкала для различных значений относительной интенсивности. Выдвигается гипотетическое предположение о возможности восстановления значений характеристик для перехода из деструктивного в нормальное состояние, если хотя бы по одному из них не исчерпан адаптационный резерв. Предлагаемые в статье характеристики позволяют количественно и качественно описывать поведение различных элементов СТЛ в формальных метриках, разрешая проблему наблюдаемости и управляемости СТЛ в условиях цифровизации общества. Это создает семантический фундамент синтеза соответствующих систем поддержки принятия решений различной степени автоматизации.

Ключевые слова: социотехнический ландшафт, цифровизация социума, контейнер таксона, антропологический ключ, антропологический профиль, темпоральный профиль.

Концептуальное понимание социотехнического ландшафта, приведенное в работе [1], по сути, является географическим представлением о ландшафте, «координатная сеть которого задается прямым произведением множества значимых социальных практик **SP (social practices)** и множества цифровых технологий **DT (digital technologies)** или **SPxDT**. Элементами этих множеств являются таксоны общепринятых цифровых технологий и социальных практик соответственно. В силу того, что эти множества конечны, координатная сеть будет задаваться не координатами точек непрерывной поверхности, а дискретными элементами, организованными в виде таблицы, матрицы. Условимся, что элементы множества практик **SP** маркируют строки таблицы, а элементы множества цифровых технологий **DT** маркируют ее столбцы. В дальнейшем такую координатную матрицу будем называть **матричной базой социотехнического ландшафта**. Отметим, что выбор таксонов технологий и практик, так же как и формирование их кортежа таблицы, является результатом экспертного соглашения и конвенции исследователей. Т.е., в отличие от привычной географии с ее метрическими свойствами (ближе-дальше), цифровая география имеет много больший «произвол» в построении координатной базы и, следовательно, представлении ландшафтов, что вполне характерно для естественным образом не упорядочиваемых или несоизмеримых объектов.

В качестве третьего измерения («высоты») применяются степени социальной востребованности технологий, рискогенности и другие актуальные характеристики, индикаторы и маркеры, построение и анализ, прогноз поведения которых и является конечной задачей достраивания ландшафта. Таким образом, над матричной базой возникают различные профили (поверхности в трехмерии), которые будем называть надстройками или **откликами над базой**, определяющие конкретные социотехнические подландшафты. Их совокупность и является целостным социотехническим ландшафтом, точнее, мультиландшафтом.

Каждый подландшафт создает эффективный, чувствительный, специфический и результативный трехмерный профиль, являющийся наблюдаемым и управляемым объектом в терминологии кибернетики, обладающий определенными интерфейсами для связи с другими подландшафтами. Это позволяет с помощью известных приемов регистрации, измерения и квалитметрии организовывать процессы для мониторинга, диагностики и анализа состояния и развития техноантропосферы по одному из ее характерных (выбранных индикаторных) параметров [2].

Имя и контейнер: от ландшафта символического к построению цифровых ландшафтов коррелятов, индикаторов, маркеров

В приведенном определении ландшафта мы фактически имеем дело с символическим представлением отображения прямого произведения классов практик и технологий в классы (кластеры, ансамбли целевых функционалов) результатов – рисков, перспектив и компетенций, которые тоже пока символически заданы $SP \times DT \rightarrow RI$ – (**Results, Response of Interaction** – результаты, отклики взаимодействия). Принципиально, что для каждого таксона (и его подтаксонов) или откликов задается определенный идентификатор – символическую нарративную его часть – **имя**, которая позволяет создать как его размещения в символических базах данных, так и цифровые или качественные сопровождения его характеристик и понятий, если таковые возможны в алфавите и терминах используемого языка анализируемой предметной области.

Вместе символическая и цифровая части определяются как **контейнер (Kont)** для данного таксона. Вводимое нами понимание термина «контейнер» (содержащий лингвистические и числовые данные для представления таксонов и откликов) близко к понятиям синдромокомплексов, фреймов, контейнеров set в программировании, но имеет специфическую для нас область применения в репрезентации феноменов антропотехносферы.

Очевидно, что для вложенных таксонов их «подтаксоны» также будут вложены (феномен «русской матрешки»). Кроме того, результаты или отклики **RI** также могут быть отражены не только в символической, но и в цифровой (числовой) форме и описываться через соответствующий контейнер. За-

метим, что числовая форма позволяет применять не только семантико-логический анализ, но и использовать хорошо разработанные методы прикладной математики (включая грамматику предикатов различных порядков). Тогда, применяя аналогии синдромального подхода в медицине и теории нечетких множеств, контейнер может быть представлен в виде лингвистической переменной. В таком случае цифровой ландшафт задается благодаря построению функции или целевых функционалов (высоты) заданных на цифровых компонентах контейнеров базы, отображающих их в цифровые контейнеры откликов-результатов.

Оцифрованный ландшафт – это множество представлений функций $\mathbf{Kont}(SP \times DT) \rightarrow \mathbf{Kont}(RI)$, в котором отклик (вертикаль) задан традиционной определённой метрической осью. Обратим внимание, что контейнеры базы и отклика могут иметь разные размерности, и мы, вообще говоря, имеем дело с отображением друг в друге многообразий разных размерностей, что, например, изучает теория катастроф. Для наших целей визуализации при построении ландшафта мы наблюдаем, как правило, за поведением одной переменной. В случае одновременного наблюдения (и управления) за несколькими для визуализации можно применять методы, применяемые в теории распознавания образов, методы снижения мерности, например: различные функционалы от нескольких переменных, факторный анализ, лингвистические переменные, латентные переменные и т. п., из контейнера отклика. Иногда для плохо формализуемых характеристик это может быть просто топологическая ось или «ранговая ось», отражающая лишь упорядоченность («больше–меньше») соответствующих характеристик. Если удастся представить контейнер базы как произведение контейнеров в таксоне $\mathbf{Kont}(SP) \times \mathbf{Kont}(DT)$, то получаем типовой образ ландшафта в декартовой трехмерной системе координат. Если в контейнерах всех таксонов содержится общая характеристика (типа уровней финансирования или популярность), то получается ландшафт непосредственно над семантической базой-матрицей.

Приведем несколько примеров вложенных таксонов:

1. (цифровизация×жизнь) $\supset \dots \supset$ 2. (дистанционная цифровая коммуникация×образование младших школьников) $\supset \dots \supset$ 3. (цифровая платформа Zoom×контрольная по истории в 5 классе).

Соответствующие таксонам контейнеры могут содержать, например, следующие характеристики: 1.(финансирование цифровизации,...× уровень компьютерной грамотности,...) $\supset \dots \supset$ 2.(уровень IT-оснащенности,...×время ребенка за компьютером,...) $\supset \dots \supset$ 3.(скорость коммуникации в платформе, ... □ усвоение материала по теме, ...

Контейнеры соответствующих откликов могли бы содержать следующие параметры: 1. (качество жизни, сетевая активность,...) $\supset \dots \supset$ 2. (усвояе-

мость материала, утомляемость, ...) $\supset \dots \supset 3$. (интерес к учебе, популярность платформы...).

Очень важно, что в данном случае появляется возможность построения не только **ландшафты по всей базе**, как было заявлено изначально (если во всех контейнерах базы или отклика есть общий параметр, например финансирование или популярность), но и **локальные ландшафты по каждому таксону**, как показано в приведенных примерах.

О возможности сложной топологии ландшафтов

Немаловажное дополнение заключается в том, что визуализация профиля $z = F(x,y)$ задает наблюдаемую поверхность в трехмерии «географического» ландшафта тогда и только тогда, если на поверхности нет «складок и сборок» внутренних полостей и других топологических особенностей (т.е., $F(x,y)$ не является функционалом). Поверхность общего вида задается уравнением с помощью неявной и нормализованной функции $F(x,y,z)=0$. Поведение подобных функций достаточно хорошо описывается теориями особенностей дифференцируемых отображений по В. И. Арнольду [3] и-или катастроф по Р. Тому [4]. Например, ярким примером катастрофы общего положения (катастрофы сборки) является ландшафт достижений творческой личности в зависимости от ее увлеченности и технических навыков. При одной и той же увлеченности и техническом навыке достижения могут радикальным образом отличаться от того, что «наращивалось» первым. Если сначала совершенствовалась техника, а затем появилась увлеченность, то новые результаты маловероятны, скорее это репродуктивная деятельность по образцам. Если же исходно была сильно стимулирована увлеченность, а затем осваивалась техника, то более вероятны инсайты, инновации, творческие прозрения. Именно на последних стратегиях основано проблемное обучение. Аналогичные эффекты можно наблюдать в маркетинге (спрос, предложение, реклама), в поведении животных (агрессия, раздражение, страх) [5]. Столь нелинейное трехфакторное поведение системы приемлемо описывается с помощью сложной топологии ландшафтов, которая, кроме того, хорошо визуализируется в «трехмерии».

Антропологический ключ цифровизации – онтологии обобщенной телесности

Обратимся теперь к человекомерным, часто плохоформализуемым параметрам (характеристикам), которые неизбежно возникают при оценках антропологических и социальных рисков и деформаций, при внедрении тех или иных технологий в социальные практики.

В основе предлагаемого нами подхода лежит идея введения понятия «**антропологического ключа**», точнее, функциональных онтологий обобщенной телесности человека, которые подлежат процессу цифровизации и

могут характеризовать степени рисков и деформаций человеческой природы, тем самым подтверждая древнюю максиму Протагора «Человек есть мера всех вещей». Заметим, что подобная постановка задачи предлагается в книге Б. Г. Юдина [6]. Нами предлагается использовать оригинальную методологию квантово-синергетической антропологии.

Квантосинергетическая онтология обобщенной телесности

Идея квантосинергетической антропологии разработана одним из соавторов (В.Г. Будановым) [7]. Эта теория объединяет методологии синергетики и квантового подхода, что позволяет объяснять сложные развивающиеся иерархические системы [8]. Обозначим квантосинергетическую антропологию как исследовательскую задачу следующим образом. Зададимся вопросом, а возможна ли «синергетическая антропология», т.е. новая, антропологическая сборка на базе синергетики – междисциплинарного ядра постнеклассической науки? Что может принести в антропологию коммуникативно-деятельностная синергетическая методология, мягкий модельный перенос из теории самоорганизации и квантовой механики, автопоэсиса и нейрокомпьютинга? Новая холистическая сборка не должна противоречить уже известной антропологической феноменологии, но должна дать возможность разным направлениям, дисциплинам и культурным традициям более свободно и самосогласованно взаимодействовать на новом, быстро меняющемся онтологическом ландшафте, представляя его генезис.

На наш взгляд, для построения и научного обоснования онтологии антропной сферы недостаточно использовать только редукционистские физико-химический, физиологический и нейрокомпьютерные подходы. Необходимо привлечение таких современных фундаментальных холистических научных принципов, которые могут служить основанием наиболее сложных явлений психики, а не просто иллюстрациями. Наиболее естественными оказались традиционные концепции когерентности (и самоорганизации), редукции волновой функции и динамического хаоса.

Таким образом, нами феномены когерентности, динамического хаоса и квантового ЭПР эффекта рассматриваются как новые основания холизма.

Уже вполне научными стали области квантовой криптографии и квантовой телепортации, квантового компьютеринга. Можно предположить, что и гипотеза о квантовой природе сознания скоро перейдет из разряда метафор в статус онтологий реальности [9]. Сейчас эти представления все активнее используются в гуманитарной сфере, в трансперсональной и квантовой психологии [10], для (пока еще эвристического) объяснения феноменов индивидуального и коллективного бессознательного, творчества [11], синхронистичности К. Юнга, феноменов ноосферы, нелокального социального поля, истории [12], многих паранормальных явлений [13].

Наметим контуры квантово-синергетических онтологий человека. Несмотря на вышеотмеченные сложности описания, попробуем сформулировать мягкий онтологический эскиз человеческой природы. Будем исходить из предположения о синергетической природе искомой онтологии. То есть подходить к человеку, как к сложной открытой иерархической саморазвивающейся системе, находящейся в сопряжении и коэволюции с социальной, культурной и природной средах, которые, в свою очередь, являются саморазвивающимися системами.

Начнем со структурно-функционального описания тела как объекта, тела наблюдаемого, что многократно прописано частными дисциплинами, но нам необходима сквозная идея описания. В данном контексте Гуссерль предложил выделять четыре страты, четыре иерархии в конституировании телесного единства: тело как материальный объект, тело как «плоть», живой организм, тело как выражение и компонент смысла, тело как элемент-объект культуры» [14]. Попробуем переосмыслить этот подход с современных синергетических позиций, однако, обосновывая наши построения естественными исследовательскими коммуникативными практиками.

Отметим, что всегда можно ввести два типа онтологий, первый – онтология состояний (то, *что* меняется), второй – онтология процессов (то, *как* меняется). Деятельностные, объектно-телесные онтологии (онтологии состояний) являются базовыми для решения поставленных целей. Предположим некую исследовательскую, познавательную ситуацию. Ученым из далекой экспедиции привезли невиданный объект, возможно живое существо, возможно разумное, и они последовательно осуществляют стратегию его исследования. Естественно, это первичный, внешний осмотр, затем – попытка контакта-воздействия и выявления простейших реакций, затем выяснение наличия памяти и обучаемости, затем установление способности к творчеству во внешней среде, затем выявление коммуникативных установок с реальностью и т. д. Подчеркнем, что все это внешние атрибуты проявления тела, следовательно, их можно вполне классифицировать по степени усложнения поведенческих реакций и типа активности. Это является наиболее приближенным к позитивистскому, объективированному подходу, местами перекликающемуся с бихевиоризмом [15].

В первом приближении стратегия выявления онтологии функциональных тел использует следующие описания:

1. Соматическое. Описание объекта при минимальном воздействии на него раздражителей, когда мы отвлекаемся от его реакций. Это описание сомы, тела в пространстве, его элементов – тело соматическое или материальное.

2. Энергетическое (витальность). Степень подвижности тела как такового, скорости изменения взаимного расположения его элементов, дрожания, напряженности (способности совершить работу) без внешних воздействий –

это тело энергетическое (тело связей между элементами и энергий этих связей).

3. Реактивно-эмоциональное. Простейшие реакции тела на контакт с реальностью, идея границы, присутствуют внешние раздражения, внутренний образ или мысль, ощущения от органов чувств, способность тела локализовать энергию и действия в ответ на определенные типы раздражения – это тело рефлекторно-эмоциональное. Это тело можно назвать так же информационно-энергетическим, поскольку оно связывает тип раздражения и определенную реакцию материально-энергетического, физического тела (даже в случае эмоций). Тело рефлекса, возникающее в живых системах в связках стимул-реакция, и опосредованное системой обратных связей, рефлекторных дуг описывается на языке кибернетики и нейрофизиологии. Тело позволяет противостоять внешней среде и поддерживать гомеостаз (если тип реакций этому соответствует). Это тело несет наследованные или приобретенные личные, интрасубъективные и видовые признаки реакций, закрепленных в досознательных действиях. Тело физическое (1,2) совместно с телом рефлекса можно назвать живым телом или плотью. Важно отметить, что в нашей классификации робот тоже обладает плотью. Кроме того, искусственную жизнь мы и строим на небелковых носителях. Тело эмоциональное (вторая компонента рефлекторно-эмоционального тела): физическое телом, в данном случае, связано психосоматическими реакциями и сопряжено с рефлекторными процессами. Оно предполагает наличие не только реакций на сигналы от органов чувств, но и более сложный тип реакций высшей нервной деятельности, использующих, в частности, память и прогнозные функции, логику. Например, положительная эмоция возникает через образ еще до реального контакта с объектом или в ситуации достижимости желаемого или в ситуации невозможности нежелаемого. Иногда о нем говорят как о теле чувств, теле желаний, оно присуще всем животным и также может моделироваться в искусственных системах.

Для наших целей удобно далее разделять это тело на два тела: тела **3*(Реакций)** и **3**(Эмоций)**.

4. Логическое. Характеризуется реакцией тела на многократно повторяемые воздействия – устойчиво воспроизводимые и, главное, возникающие в повторных сериях контактов с внешним миром и запоминаемые реакции, условные рефлексы, логические связки «если-то», алгоритмы, формируемые внешней средой. Тело логики или алгоритмическое тело, в свою очередь, активизируется эмоционально-целевыми мотивами предшествующего тела желаний. Поэтому о логическом теле можно говорить как о теле ума желаний или теле рассудка, здравого смысла. Это тело наиболее эффективно развивается и наследуется в знаковых системах человеческой культуры и эффективно моделируется компьютерными средствами искусственного интеллекта. Оно позволяет менять тип реакций не на уровне филогенеза, а на уровне индивида и рез-

ко повышает адаптивность животных, и особенно человека, к внешней среде. Это тело можно назвать адаптивно-информационным, поскольку непосредственно связано не с энергетическими проявлениями, но с формированием и разворачиванием алгоритмов реального или возможного поведения. Оно само способно моделировать внешние условия как условия логической задачи, однако при этом обращено к следующему телу – телу воображения и интуиции.

Отметим, что описанные тела (1-4) до недавнего времени неплохо моделировались современными методами естествознания и информационных технологий и лишь в последнее время пополнились принципами самоорганизации и квантовой когерентности.

Следующие тела высокой психической организации невозможно понять без привлечения синергетических и квантовых холистических принципов.

5. Интуитивно-креативное. Креативное или интуитивное тело, проявляющееся в эмерджентных актах спонтанной генерации ценной информации [16], таких как воображение, распознавание, инсайт, предвидение, которые не даны в формах рефлекторного или логического действия, не связаны с операциями перебора или механического копирования. В частности, интуитивное тело отвечает за смену алгоритмов без долгих «переходных» процедур выработки нового условного рефлекса, что является необходимым критерием творчества. Иногда оно как бы сворачивает длительные логические этапы в акт инсайта или подсказывает «сумасшедшую» гипотезу. Это позволяет говорить об особом типе работы со временем, с памятью и прогнозом, превращенным знанием. Наличие этого тела позволяет системе быть сверхадаптивной в новых обстоятельствах.

Комплекс взаимодействующих эмоционального, логического и интуитивного тел иногда также называют психоментальным телом (сферой). Именно оно отвечает за восприятие и осознание нашей внутренней телесности, за формирование образа вынесенного тела культуры и тела смыслов. Центральным телом осмысления, экраном бытия здесь является тело логическое, в нем собраны коды осознания и тело смыслов, тело-субъект, по Гуссерлю. Вероятно, исходя из сказанного, интуитивное тело способно «соединяться», коммуницировать с иными системами, настраиваться на них. При этом оно как бы делокализуется, а его границы неопределенно велики по сравнению с границами физического тела, что позволяет считывать видовой, ноосферный информационный потенциал. Отметим, что в такой концепции ноосфера существовала всегда и тело культуры это не метафора, но информационно-материальная реальность [17].

6. Когерентно-эмпатическое. Тело когерентности. Оно отвечает за состояния сверхоткрытости и единения с другими телами, явлениями, частями реальности, людьми, миром. Например, это состояния переживаемой любви к себе, ближнему и, заканчивая «океаническим» чувством любви ко всему миру, свойственным высокодуховным, святым людям. Однако чувства могут быть и

инными, прямо противоположными, ненависть, например. Интенсивность этих состояний их градации задают меру когерентности. Это также состояние вживания, эмпатии к человеку или концентрации на объекте, что всегда было основой технологий религии, искусства, научного творчества, глубинной коммуникации, психотерапии, концентрации, гипноза и магии. Человек, имеющий развитое тело когерентности, притягателен, харизматичен, магнетичен, к нему инстинктивно тянутся дети, животные, взрослые. Механизмы реализации этого тела видимо те же, что и в случае с интуитивным телом, т.е. холистические феномены динамического хаоса и феномен Эйнштейна–Подольского–Розена.

Для удобства предлагается подразделить это тело на два: тело **б*** (**Концентрации** – объектная когерентность, включая вещи, идеи и образы, существа) и тело **б**** (**Эмпатии** – субъектная когерентность; речь идет в данном случае об отношении к людям).

7. Волевоe. Тело воли. «Волить» – стремиться к поставленной цели или ее обретению, подчиняя другие тела, например, к обретению смысла. Чистое «воление», еще до возможного осознания вектора приложения воли, может проявляться как целостное состояние готовности, решимости, накопленной потенции действия, силы и легко прочитываемые в телесности личности. Тело воли может проявляться как стремление к цели во всех телах (вероятно, кроме тела физического), т. е. начиная с тела плоти. Степень волевого усилия зависит от степени когерентности, подтел воли в других телах, поэтому тело воли также делокализовано и описывается теми же надсознательными холистическими механизмами, что и интуитивное и когерентное тело. Оно проявляется в жесткости отрицательных обратных связей в достижении цели: в телах рефлекса – воля к жизни, эмоции – воля к удовольствиям, логики – воля к объяснению. В предельных смыслах в 5-7 телах – это воля к познанию, соединению, осуществлению замысла.

Отметим, что тела интуиции, когерентности и воли в большой степени являются надличностными и надсознательными. Зачастую их еще называют духовным телом человека.

При рассмотрении проблемы «Тела и подтела: восстановление целостности объектно-телесной онтологии» предлагается исходить из того, что идея множественности тел порождает иллюзию бессвязности объектной онтологии человека. Проблема решается на пути восстановления структурно-функциональной целостности, для чего каждое тело взаимодействует с другим телом через своего представителя, свое подтело, принадлежащее другому телу. Например, энергетическое тело может проявляться во всех других телах (энергия физическая, эмоциональная, умственная и т.д.), т.е. оно состоит из энергетических подтел всех других тел, а эмоция может испытываться по поводу свободы движения, интеллектуальной деятельности или преодоления препятствия, компоненты физического тела, например, лекарственные препара-

раты могут влиять и на высокие духовные состояния человека, а те, в свою очередь, могут оздоравливать нас.

Таким образом, противопоставление телесного душевного и духовного до некоторой степени снимаются в этой синтетической онтологии, хотя доминанты-функции тел сохраняются.

Построенная структурно-функциональная онтология статична и пока не ясно, как она может развиваться. Назовем ее **онтологией состояний**. Для понимания причины и тенденции изменений состояний необходимо рассмотреть жизненные процессы, в которых участвует человек, а их изменение со временем может приводить и к изменению онтологических состояний, т.е. необходимо учесть деятельностно-средовой фактор развития человека.

Процессуальные или **темпорально-деятельностные онтологии** человека обусловлены тем, что человек – существо биосоциальное, причем одно его основание – природное, животное, другое – культурное, коммуникативно-деятельностное. Это позволяет нам выстроить темпоральные шкалы проекции развития мира на человеческую телесность. Рассмотрим человека как существо мультитемпоральное, живущее одновременно во множестве онтологических времен, иерархических уровней, убывающих по характерному масштабу процессов:

1. Тело биокосмическое. Космологический антропный принцип и биологическая антропология говорят о сопряженности коэволюции человека и нашей Вселенной, всем космосом, окружающей природой.

2. Тело биосоциальное. Зоопсихологические основания человеческой природы, проявленной в подавляющем большинстве форм поведенческой культуры и социальной самоорганизации.

3. Тело историческое. Основания человеческой идентичности с видом, этносом, родом. Коллективные архетипы бессознательного.

4. Тело культуры, традиция и т.д.

5. Тело деятельности, практики, знания, умения.

6. Тело действия, хабитус, стили, навыки, темперамент.

7. Тело движения, сознания-реакции, психокинетика, границы контроля рефлексии.

8. Тело атемпоральное, присущее вечности, измененные состояния сознания, аффекты.

Человек осознанно живет постоянно в 4, 5, 6, 7 телах культуры, деятельности, действий, к остальным темпоральным телам человек обращается как к научному мифу или практикам измененных состояний сознания.

Синергетика особенно ярко манифестирует на границах переходов между телами, когда из живого рождается социальное, или из тела действия возникает практика, а из нее – культурная традиция. Эти сопряжения-переходы объяснимы только синергетически через феномены самоорганизации становления, да и сами гомеостатические процессы нормы в темпоральных телах

есть диссипативные структуры в потоках вещества, энергии, информации, т.е. описываются феноменами самоорганизации бытия.

Важно понять, что все процессуальные тела фрактальны, поскольку также взаимосвязаны посредством своих подтел-представителей в других телах. Например, тело действий через хабитус, стиль каждого человека ярко демонстрирует как тело культуры, так и тело биосоциальное.

Синтетическая онтология предлагается как соответствующая постнеклассической науке. Возникает вопрос, как соотносятся предыдущие онтологии состояния и темпоральные онтологии процесса. Наша идея заключается в сопряжении и дополнительности этих онтологий по квантовомеханическому принципу «состояние – оператор». Напомню, что ни волновая функция (состояние), ни оператор (физическая величина) в квантовой механике принципиально не наблюдаемы. Реальное наблюдение происходит в акте измерения, редукции, когда состояние и оператор соединяются (определяется среднее значение оператора в данном состоянии), и это дает показание физических приборов.

Итак, наиболее полная телесно-объектная онтология является прямым производением: (онтология состояний) × (онтология темпорально-деятельностная). Причем использование синтетической онтологии аналогично игре на музыкальном инструменте. Действительно, онтологии состояний – это музыкальный инструмент, где ноты-ступени – это тела (подтела разбивают тон). Конкретное состояние человека задает ландшафт, профиль активации его определенных тел (онтологический профиль состояний), что соответствует музыкальному аккорду, а изменение состояния со временем, эволюция ландшафта – соответствуют музыкальной партитуре, которую с нами играет жизнь.

Предложенный язык описания эффективен в прикладной антропологии, на нем удобно проводить компаративистский анализ онтологических профилей различных исторических эпох, культур, возрастных и социальных групп. С помощью этих онтологий можно описывать коммуникативные практики и природу наблюдателей сложности [18].

Теперь, когда мы напомнили основные положения квантосинергетической онтологии, можно обратиться к созданию антропологического ключа для социотехнического ландшафта.

Эскиз социально-антропологической онтологии

Наше предыдущее рассмотрение относилось исключительно к построению онтологий обобщенной телесности личности или организма. Зададимся вопросом, а можно ли аналогично построить онтологии обобщенной телесности социального организма или социальной субъектности? На первый взгляд, аналогии здесь весьма условные, пока мы не вспомним, что наши онтологии имели функциональный смысл.

Действительно, в первом приближении аналогами являются:

- сомы – социальная структура и социальные институты,
- аналогом витальности – интенсивность социальной жизни,
- реакции – скорости социальных реакций в контурах обратных связей,
- эмоциональности – интенсивность социального отклика на возможность тех или иных событий или воспоминания о прошедших,
- тело – способность соции к рефлексии над происходящим, аналог интуиции – способность (обычно бессознательного) выбора адекватных поведенческих паттернов,
- эмпатии – способность людей сопереживать иным народам и культурным общностям,
- концентрации – способность удержания в фокусе внимания существенных мотивов и событий истории и ее перспектив,
- воли – когерентное взаимодействие людей в достижении общей цели.

Безусловно, рассматриваемые онтологии социальных состояний следует уточнять далее. Ограничимся, в первом приближении, рассмотрением важных для формирования социума процессов коммуникации. Коммуникацию легко измерить, предварительно разделив ее на три типа:

Коммуникативность подлинной реальности (КПР) – непосредственное общение с другими людьми, что называется, глаза в глаза, с природой и материальной техникой. Здесь в полной мере реализуемы процессы эмпатии и социализации.

Коммуникативность виртуальной реальности (КВР) – общение в воображении с людьми и природой, в том числе автокоммуникация, общение с помощью средств искусства, книг, телевидения, кино, виртуальных цифровых персонажей игр и т.д. Здесь заключен большой потенциал воспитания, образования и трансляции культурных образцов и знаний, языки науки и творчества.

Коммуникативность дополненной реальности (КДР) – общение с другими людьми и материальной реальностью посредством технических средств, гаджетов, навигаторов, интернета вещей, интернет-сетей, дистантных средств в образовании и т.п. В этом типе коммуникации присутствуют огромные скорости обмена информацией, быстрые процессы социальной, политической и социальной самоорганизации и манипулирования, создание новых акторов общественного развития – цифровых платформ и социальных сетей.

Для наших иллюстрации построения социотехнических ландшафтов пока этого достаточно.

Антропологический ключ построения индикаторов и критериев представления социотехнических ландшафтов

Когда мы говорим о пользе или вреде применения той или иной технологии в той или иной социальной практике, мы обычно говорим на языке экономических или других массовых показателей (выгоды, свободного вре-

мени, эффективности и т.д.), за которыми, как правило, не видны более тонкие антропологические последствия. Однако конечным результатом будут изменения социально-антропологического профиля личности, именно он может говорить о достоинствах и опасностях технологий, именно он может подсказать компенсаторные технологии гармонизации личности. Поэтому нами предлагается применять антропологические и социальные, наблюдаемые и в конечном счете измеримые критерии состояния и изменения антропологического профиля человека. Полнота профиля задается 12-ю комплексными характеристиками: 1. Соматика, 2. Энергия, 3. Реакции, 4. Эмоции, 5. Логика, 6. Концентрация, 7. Интуиция, 8. Эмпатия, 9. Воля, 10. Коммуникативность подлинной реальности (КПР), 11. Коммуникативность виртуальной реальности (КВР), 12. Коммуникативность дополненной реальности (КДР).

Кроме того, могут отражать активацию практикой и технологией введенные нами ранее темпоральные шкалы: атемпоральность (измененные состояния); реакции; движения; действия; практика (деятельность); обычаи (традиция); история; культура. Оценка антропологического профиля по этим 12 характеристикам и темпоральным шкалам мы будем называть **антропологическим ключом**. Применения антропологического ключа к разным практикам и технологиям приводится ниже на рисунках.

Прежде чем перейти к графическим изображениям, сделаем следующие замечания:

1. Интенсивность может быть представлена в количественной или качественной мерах таким образом, что значения (символы) в качественной мере могут быть трансформированы в количественные путем кодирования. При этом должен соблюдаться принцип подобия – расстояние между кодами отражает близость между качественно описанными состояниями. Таким образом, значения интенсивности позволяют производить как качественное, так и количественное сравнение и описание тел как компонент антропологического ключа.

2. Для любого тела существует или определяется своя норма интенсивности In , позволяющая вычислять и оценивать состояние тел относительно определенной унифицированной «точки отсчета». Нормы могут быть индивидуальными, общесоциальными, групповыми, средними, медианными, модальными, назначаемыми экспертами или нормативными актами (например, в экологии – это предельно допустимые концентрации вещества), физиологическими, психическими, психологическими и т.д. Выбор определенного типа обуславливается целями исследования и возможностями применяемого аппарата измерения (регистрации).

3. Интенсивность может измеряться в абсолютной и относительной (по отношению к норме) шкалах. Метрика выбранной шкалы формируется исследователем и определяется задачами и креативностью восприятия визуального изображения. Наиболее часто используются линейная и логарифмиче-

ская метрики. Строго говоря, метрикой может выступать любая функция от значений измеряемых (регистрируемых) характеристик с обязательным условием существования обратной функции.

4. В каждой анализируемой части социума для каждого тела существует определенный адаптационный резерв, превышение которого приводит к необратимым деструктивным изменениям и «смерти». Адаптационный резерв в процессе эволюционирования можно как наращивать, так и уменьшать (специальные тренировки, длительное перенапряжение, стресс, дистресс, болезнь, социальная дезинформация).

Диаграмма рисунка 1 иллюстрирует темпоральный антропологический профиль. На рисунках 2-4 показан антропологический профиль для различных ситуаций. Индикаторные переменные, приведенные на рисунках, нормированы и шкалированы в логарифмической метрике (десятичное основание логарифма), а именно: диапазон изменений – от «-3» до «+3», уровень «0» соответствует некоторой «норме» (принятой в социуме). За пределами диапазона [-4,4; 4,4], с большой уверенностью можно предположить истощение адаптационного резерва соответствующего тела (в отрицательных значениях – атрофия или эффект «перегорания» от бездействия, в положительных – «срыв» от перенапряжения). Состояния тел согласно принятой шкале, составленной в соответствии с предложениями работы [19], приведены в таблице.

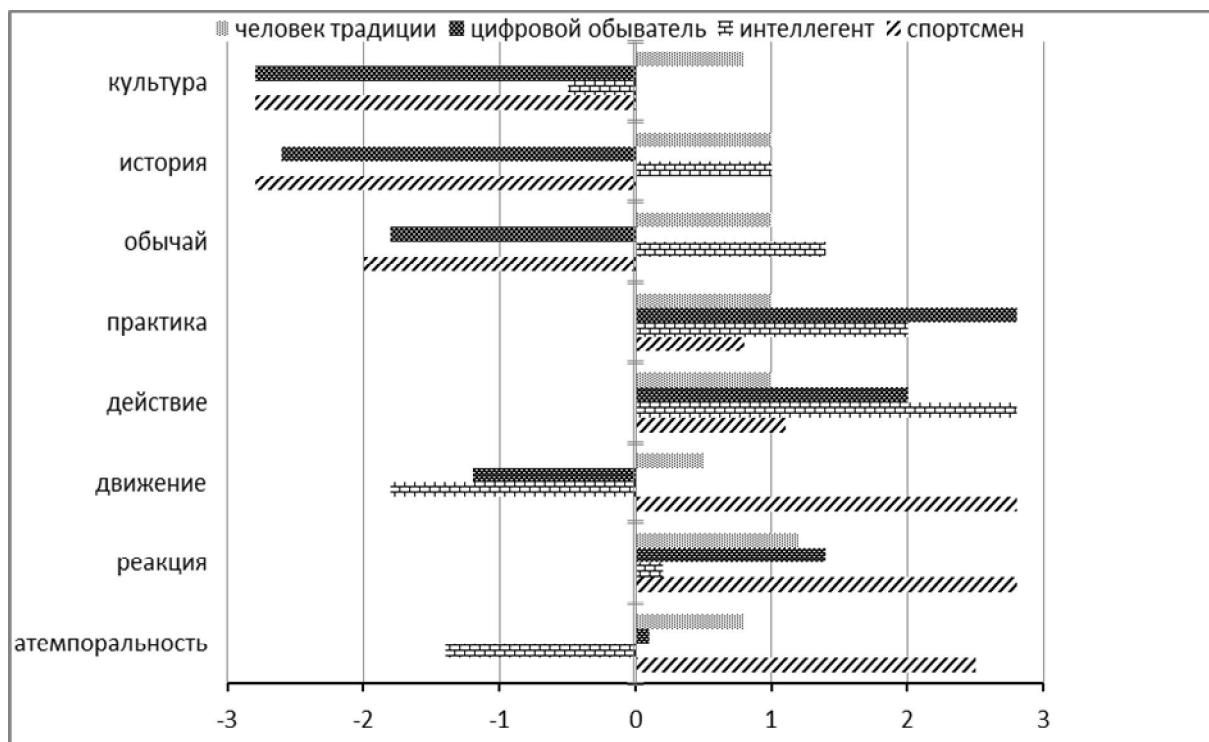


Рис. 1. Темпоральный антропологический профиль

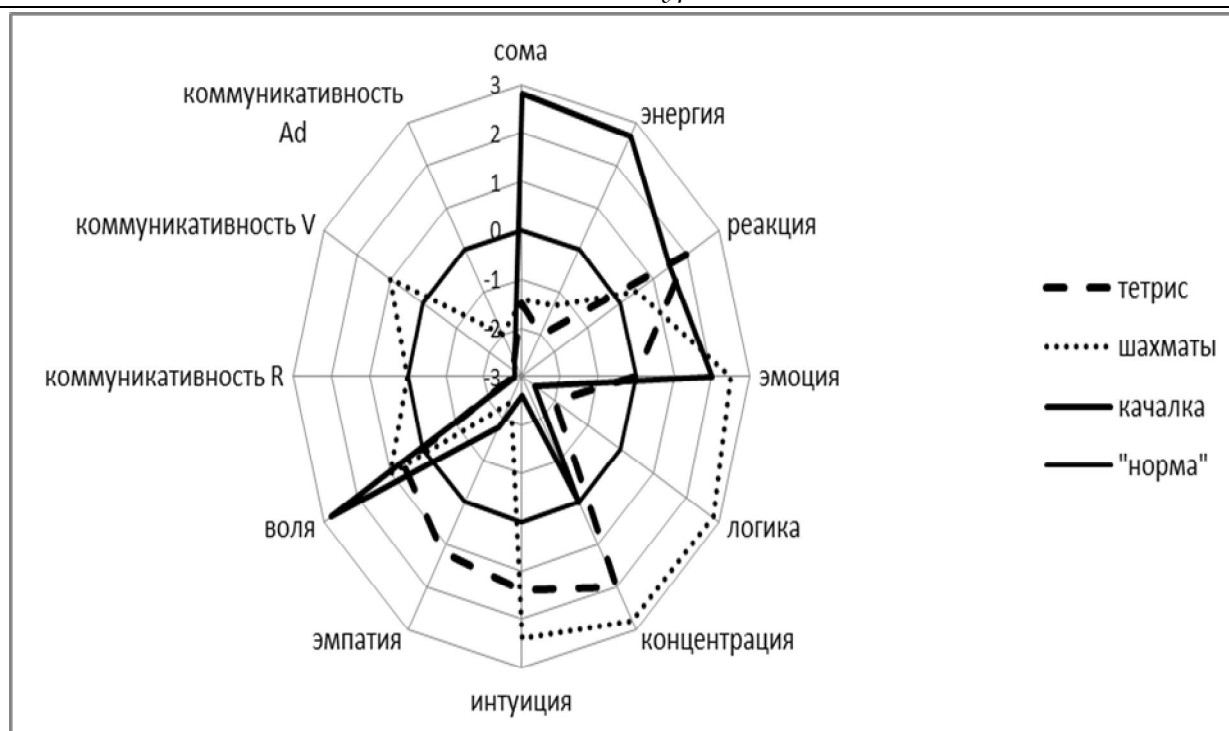


Рис. 2. Антропологические профили состояний досуговых игр

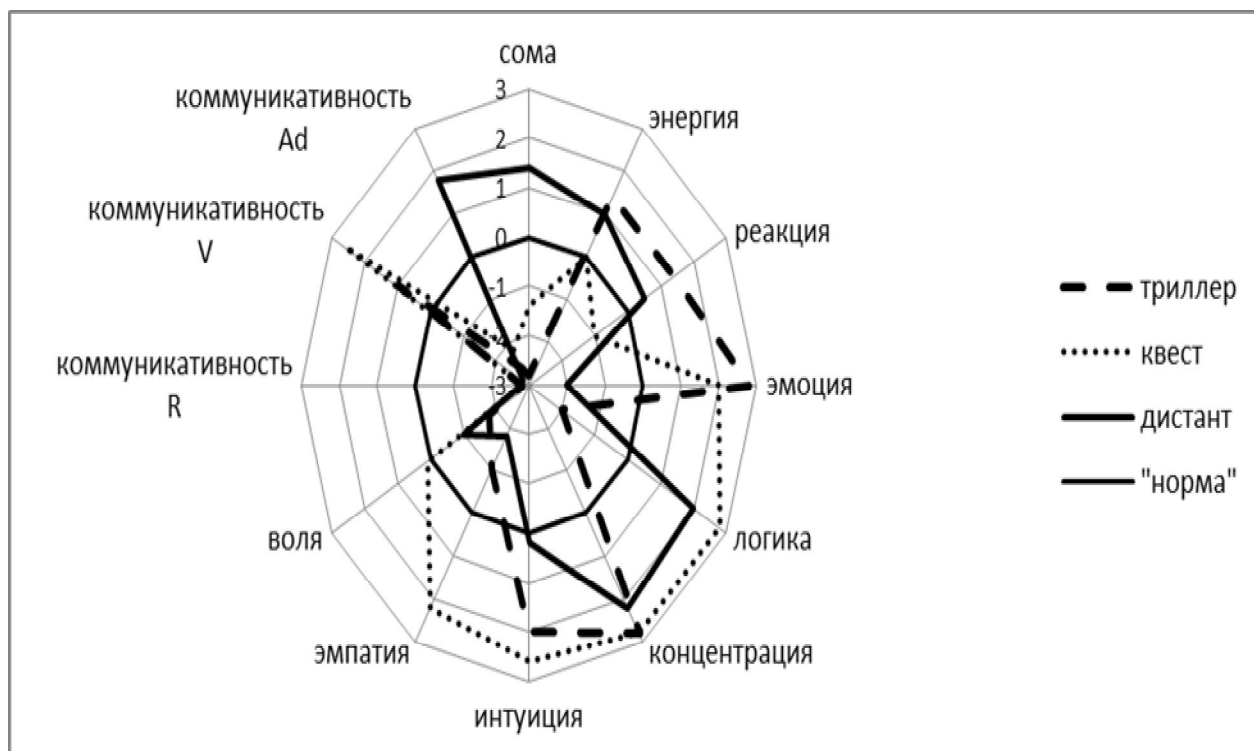


Рис. 3. Антропологические профили цифрового образования и жанровых шоу

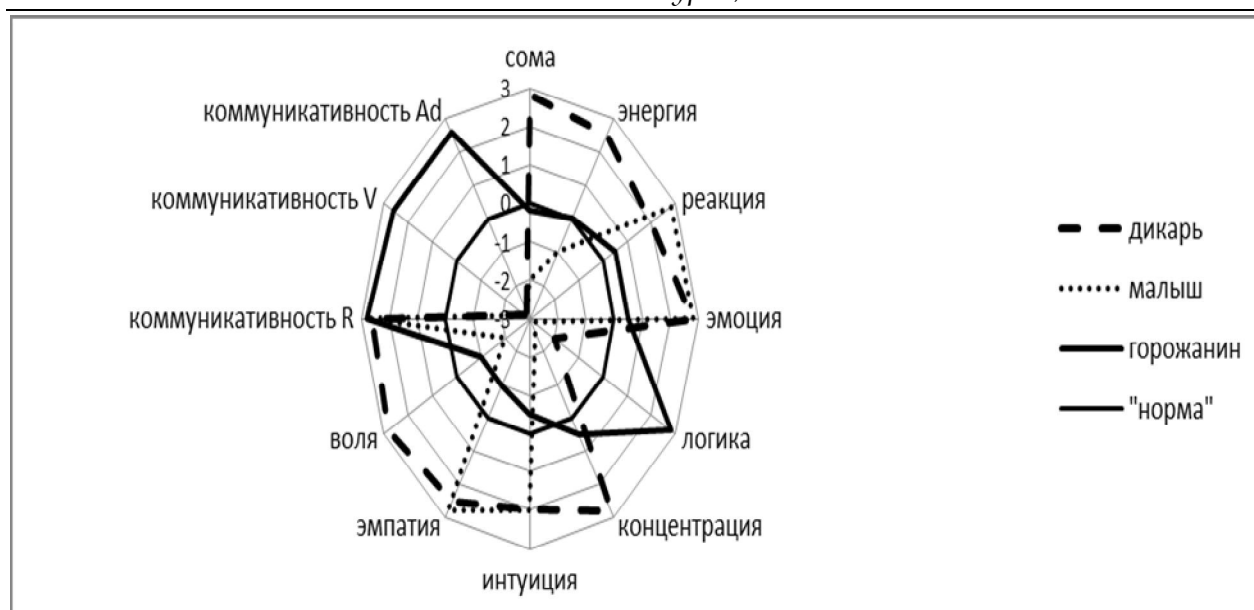


Рис. 4. Антропологические профили человеческих статусов

За пределами указанных границ возникают необратимые деструктивные состояния «тел», и процесс восстановления невозможен за счет внутренних резервов – требуется «внешнее вмешательство». Внешние вмешательства подразделяются на: внешнее воздействие умвельта и воздействие других «тел» («помощь друга»), состояния которых не вышло за пределы адаптационного резерва.

Состояния тел

Level №	$Z=Lg(I/In)$	Состояние
-8	$Z < -4.38$	Смерть
-7	$-4.38 \leq Z < -3.62$	Кома
-6	$-3.62 \leq Z < -3.38$	Глубокий сон
-5	$-3.38 \leq Z < -2.62$	Сон
-4	$-1.62 \leq Z < -2.38$	Расслабление
-3	$-2.38 \leq Z < -1.62$	Ослабление
-2	$-1.62 \leq Z < -1.38$	Успокоение
-1	$-1.38 \leq Z < 0$	Незначительное успокоение
0	$Z = 0$	Норма
1	$Z \leq 1.38$	Незначительный, оптимальный уровень
2	$1.39 < Z \leq 1.62$	Незначительный, нормальный уровень
3	$1.62 < Z \leq 2.38$	Умеренное напряжение
4	$2.38 < Z \leq 2.62$	Возбужденное состояние
5	$2.62 < z \leq 3.38$	Перевозбужденное состояние
6	$3.38 \leq z \leq 3.62$	«Истерика» (резонирующее перевозбужденное состояние)
7	$3.62 < z \leq 4.38$	Кома
8	$4.38 < z$	Смерть

Таким образом, гипотетически можно предположить:

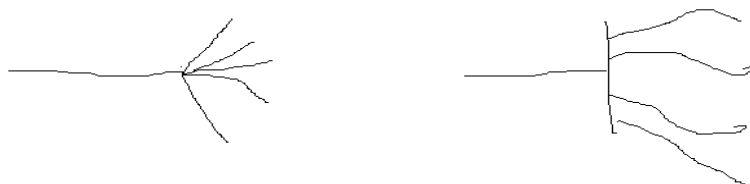
1. В определенных условиях сумма всех модальных значений 12-ти индикаторных переменных (тел) не превышает значение 36 и определяется «антропосоциальной конституцией». Это обеспечивает «устойчивость в малом» состояния «организма» в целом.

2. Если хотя бы одно из тел обладает адаптационным резервом (т.е. общая сумма модальных значений меньше 52), то возможно восстановление состояния других тел за счет перераспределения адаптационного резерва (поскольку все тела принадлежат одной системе, одному организму).

3. Если хотя бы одно из тел исчерпало адаптационный резерв, то запускается механизм лавинообразного (по экспоненциальной зависимости от квадрата времени) приближение состояния остальных тел к истощению адаптационного резерва.

4. С повышенной вероятностью (более 50%) возможно возникновение: собственных автоколебаний вокруг определенных значений (характерных для стагнации, купирования, рефлексии) и резонансных явлений (как деструктивного, так и восстановительного итогов).

Границы выбраны исходя из принципа «золотого сечения». В общем случае, они могут быть несимметричными и задаваться любым способом (в том числе эмпирическим путем). Таким образом, состояние тела колеблется между нормой и «смертью». Поскольку за «смертью» всегда следует «жизнь» новой живой системы [20], то следует предположить, что наряду с точками бифуркаций, часто присутствующими при переходах от одного состояния к другому, существует скачкообразная бифуркация. Разница между этими точками показана на следующем рисунке:



В теории бифуркации это отвечает хорошо известному сценарию мягкой или жесткой потере устойчивости при возникновении колебательного цикла.

Статья подготовлена при поддержке гранта РНФ, проект № 19-18-00504.

Список литературы

1. Социотехнический ландшафт в условиях цифровизации: к проблеме концепта и методологии исследования / В. Г. Буданов, Е. Г. Каменский,

В. И. Аршинов, И. А. Асеева // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика, социология, право. 2019. Т. 9, № 3(32). С. 213-225.

2. Социотехнический ландшафт цифровой реальности: философско-методологический концепт, онтологические матрицы, экспертно-эмпирическая верификация: коллективная монография / В. И. Аршинов, М. В. Артеменко, И. А. Асеева, В. Г., Буданов О. А. Гримов, Е. Г. Каменский, Н. А. Кореневский, А. В. Маякова, В. В. Чеклецов. Курск: ЗАО «Университетская книга», 2019. 232 с.

3. Арнольд В.И. Теория катастроф. М.: Наука, 1990. С. 128.

4. Том Р. Структурная устойчивость и морфогенез. М.: Логос, 2002. 280 с.

5. Постон Т., Стюарт И. Теория катастроф и ее приложения. М., 1980. 396 с.

6. Многомерный образ человека: на пути к созданию единой науки о человеке / под ред. Б. Г. Юдина. М.: Прогресс-Традиция, 2007. 368 с.

7. Буданов В. Г. Как возможна квантово-синергетическая антропология // Телесность как эпистемологический феномен. М.: ИФРАН, 2009. С. 55-70.

8. Аршинов В. И., Буданов В. Г. Квантово-сложностная парадигма. Междисциплинарный контекст: монография / Институт философии РАН. Курск: Университетская книга, 2015. 136 с.

9. Пенроуз Р. Новый ум короля: О компьютерах, мышлении и законах физики. М.: Едиториал УРСС, 2003. 384 с.

10. Минделл А. Квантовый ум. Грань между физикой и психологией. Litres, 2017.

11. Буданов В. Г., Герасимова И. А. Квантовая механика и проблема сознания: перспектива междисциплинарного сотрудничества // Эпистемология и философия науки. 2005. № 4. С. 56-63.

12. Данилевский И.В. Структуры коллективного бессознательного: Квантовоподобная социальная реальность. М.: УРСС, 2005. 374 с.

13. Минделл А. Геопсихология в шаманизме, физике и даосизме. Осознание пути в учениях Дона Хуана, Ричарда Феймана и Лаоцы. М., 2008. 316 с.

14. Грицанов А. А. Тело // История философии: энциклопедия. М., 2002. С. 1376.

15. Аршинов В. И. Наблюдатель сложности в контексте парадигмы постнеклассической рациональности // Философия науки. 2013. Т. 18, № 1. С. 48-61.

16. Буданов В. Г. Постнеклассические практики и квантово-синергетическая антропология // Постнеклассические практики: опыт концептуализа-

ции / под общ. ред. В. И. Аршинова и О. Н. Астафьевой. СПб.: Издательский дом «МирЪ», 2012. 50 с.

17. Кастлер Г. Возникновение биологической организации. М.: Мир, 1967. 91 с.

18. Буданов В. Г. Методология синергетики в постнеклассической науке и в образовании / ИФ РАН. М.: УРСС, 2007. 232 с.

19. Artemenko M.V., Budanov V.G., Korenevsky N.A. Classification of sociotechnical landscape on the basis of analogies of cortegecodes of indicatos // Journal of Physics: Conference Series. 2019. Vol. 1352, N 1. P. 012002.

20. Эстес К. П. Бегущая с волками: Женский архетип в мифах и сказаниях. София, 2011. 323 с.

УДК 167.7+004.89

Н. А. Корневский, С. Н. Родионова

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Курск

СЕМАНТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СЕТЕВОЙ БАЗЫ ЗНАНИЙ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ АНАЛИЗА ПОВЕДЕНИЯ СОЦИОТЕХНИЧЕСКИХ ЛАНДШАФТОВ

В работе рассматривается семантическая модель базы знаний экспертной системы для анализа и управления социотехническими ландшафтами, характеризующими взаимодействие социальных практик с цифровыми технологиями. Обосновывается сетевая структура базы знаний с унифицированными решающими модулями в узлах сети.

Ключевые слова: социотехнический ландшафт, социальные практики, семантическая модель, база знаний, сетевая структура, цифровые технологии.

Одним из способов исследования взаимовлияния множеств цифровых технологий и социальных практик является методология социотехнических ландшафтов, основные идеи которой представлены в работах [1-4].

В основу построения социотехнических ландшафтов положено декартово произведение двух множеств таксонов, отражающих множество социальных практик (одна координатная ось) и множество цифровых технологий (вторая координатная ось), над которыми строится множество целевых функций (третья координатная ось) с формированием информации на языке предметной области специалистов, использующих определенную модель социотехнического ландшафта.

Анализ литературных источников и собственные исследования показали, что взаимосвязи между показателями (информативными признаками), описывающими взаимодействие социальных практик, цифровых технологий

и целевых функций, носят плохо формализуемый, динамичный, нечеткий характер, что не позволяет эффективно использовать методы традиционной математики, включая математическую статистику. Опыт решения подобных задач показывает, что наиболее эффективным инструментом описания и анализа таких структур данных являются экспертные системы, базы знаний которых взаимодействуют с пользователем через соответствующие семантические модели. Анализ задач, решаемых с использованием моделей социотехнических ландшафтов, позволил в качестве модели базы знаний выбрать сетевую модель, основываясь на следующих соображениях.

В общем виде целевые функции могут формироваться на любых сочетаниях социальных практик и цифровых технологий. Социальные практики взаимно дополняют и взаимодействуют друг с другом, например, здравоохранение определяет успешность решения задач образования и социологии и так далее. Цифровые технологии взаимодействуют и развивают друг друга, например технологии Big Data расширяют возможности нейросетевых технологий. На каждом этапе исследований проверяемые гипотезы и выводы могут быть подтверждены, уточнены, проверены, сменены с переходом по различным ветвям, связывающим социальные практики, цифровые технологии и целевые функции.

В таких условиях, если какой-либо этап принятия решения представить как узел модели предметной области, то из этого узла возможно совершение разветвленных переходов в другие различные узлы с достаточно сложным механизмом реализации этих переходов. Для реализации именно таких механизмов многие авторы считают целесообразным применение сетевых моделей предметной области [5-8].

Принятие решений на различных этапах работы информационно-логической (семантической) модели базы знаний может быть реализовано с помощью различных математических методов и моделей: линейных дискриминантных функций, нелинейных полиномиальных моделей, последовательной процедуры А. Вальда, метода группового учёта аргументов (МГУА), метода теории измерения латентных переменных с моделью Г. Раша, нечеткой логики принятия решений, четких и нечетких продукционных правил, методологии синтеза гибридных нечетких решающих правил и т. д. [4-28].

Для реализации семантической сетевой модели базы знаний в узлах сети предлагается располагать унифицированные модули, каждый из которых реализует одну из стандартных решающих процедур (линейную дискриминантную функцию, различные модификации методов эталонов, кусочно-линейные и нелинейные разделяющие поверхности, байесовские решающие правила, вальдовскую процедуру, алгоритмы типа FOREL и KRAB, продукционные правила с четким или нечетким выводом, набор подпрограмм, реализующих метод динамического интерактивного конструирования двумер-

ных отображающих пространств, МГУА, частные нечеткие модели, получаемые на основе методологии синтеза гибридных нечетких решающих правил (МСГНРП), подпрограммы первичной обработки результатов измерения и выделения из них информативных признаков и (или) симптомокомплексов и ряд других процедур).

На рисунке 1 представлена графическая схема решающего модуля (PM) для предлагаемой сетевой модели. Решающий модуль имеет несколько программируемых входных и выходных интерфейсов со своими спецификациями. Различаются интерфейсы для ввода/вывода фактов, данных, решающих правил, адресов, управляющей и обучающей информации.

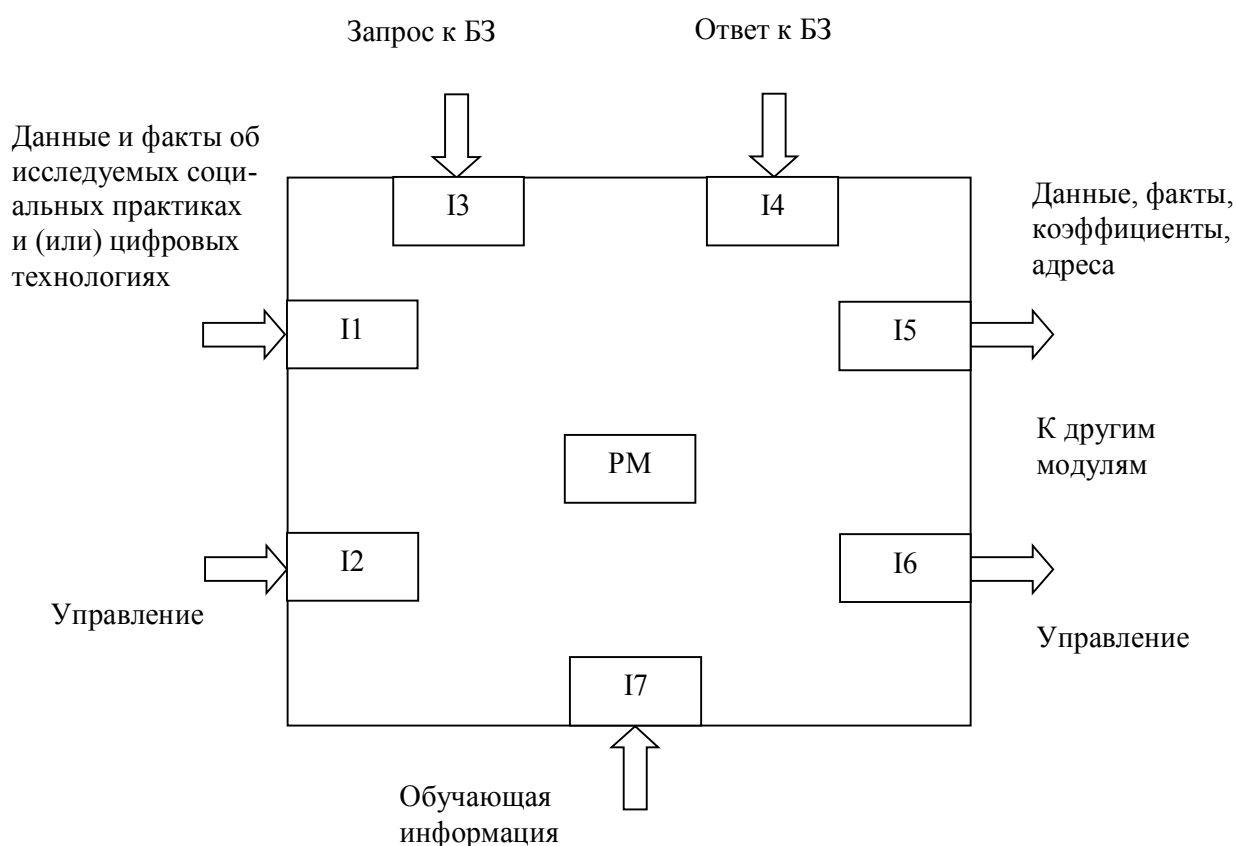


Рис. 1. Решающий модуль сетевой семантической модели

Интерфейс I1 обеспечивает передачу в решающий модуль признаков, описывающих исследуемые социальные практики и (или) цифровые технологии, а также данных и фактов, получаемых в результате работы других PM, связывающихся с данным решающим модулем. Через интерфейс I2 задаются условия использования и режимы работы решающего модуля. С помощью интерфейса I3 организуются запросы к базе знаний по извлечению информации, требуемой для уточнения принимаемых PM решений. В простейшем случае это обращения типа запрос/ответ, в более сложном случае – это запрос на получение информации по тактике работы с исследуемым объектом

(объектом исследования) с учетом организации динамического слежения. Через интерфейс I4 осуществляется начальная загрузка решающего модуля и получение дополнительной, уточняющей информации в ответ на запрос РМ. Интерфейсом I5 обеспечивается передача результатов решений, реализуемых РМ. Интерфейсом I6 формируется управляющая информация для других РМ по адресу, указанному интерфейсом I5. Обучающая информация, корректирующая (реализуемые РМ) решающие правила, передается в модуль через интерфейс I7.

Кроме своей основной функции по реализации заданного решающего правила (правила принятия решений по расчету и интерпретации целевых функций) решающие модули реализуют следующие наборы функций:

1) анализ входной информации, поступающей через интерфейс I1, на ее полноту и соответствие спецификации решающего модуля с возможностью управления условиями его реализации со стороны входной информации. Для этого в зависимости от типа решаемой задачи предусматриваются механизмы включения модуля по: заданному и необходимому набору входных признаков; заданной величине коэффициентов уверенности, поступающих с других РМ, удовлетворению условий, заданных входным набором правил, превышению заданного порога рассчитываемой весовой функции; попаданию вектора входных признаков в заданный входной класс;

2) организация целенаправленного запроса дополнительной информации об исследуемом объекте через базу знаний для уточнения принимаемых РМ решений;

3) расчет показателей достоверности (коэффициентов уверенности) получаемых решений в зависимости от расположения модуля в сетевой модели, его функций, состава входной и дополнительной информации, получаемой через интерфейсы I1 и I4, а также расчет показателей качества от применения данного РМ при решении выбранной экспертом задачи;

4) получение нескольких вариантов альтернативных решений, достигаемых на данном этапе работы; расчет показателей качества (коэффициентов уверенности) с формированием адресов переходов для реализации следующих этапов решения поставленной задачи другими РМ сетевой модели;

5) выбор оптимальной тактики работы с исследуемым объектом на каждом этапе анализа взаимодействия цифровых технологий с исследуемой социальной практикой в зависимости от состава входной информации, поступающей в РМ через интерфейсы I1, I3.

6) организация фиксации фактов и данных, характеризующих взаимодействие и взаимовлияние социальных практик и цифровых технологий;

7) реализация механизма объяснений причин снижения качества принимаемых решений с указанием конкретной информации о том, чем вызвано это снижение:

– недостаточностью количества информативных признаков (с перечнем каких именно);

– малыми значениями коэффициентов уверенности, характеризующих надежность и уверенность в измерении признаков (с перечнем признаков и их реальных коэффициентов уверенности);

– недостаточной эффективностью применяемых решающих правил.

Этот же механизм предусматривает выдачу информации о том, какие нужно произвести действия, с тем чтобы увеличить достоверность принимаемых решений (получить недостающие признаки, более точно измерить параметры признаков, произвести корректировку решающих правил, включив механизм дообучения);

8) реализация режима слежения за списком динамических параметров, когда пользователь для уточнения исследуемых гипотез назначает список параметров динамического слежения, а также определяет интервал измерения параметров и количество измерений. В этом режиме для решающего модуля задается правило уточнения и (или) изменения гипотезы и тактики работы с исследуемым объектом в зависимости от изменения признаков динамического слежения. Модуль прекращает свою работу либо по достижении заданной уверенности в принятии решения, либо исчерпав заданное количество измерений, либо по команде пользователя. Если этапы динамического слежения требуют нескольких сеансов общения эксперта с исследуемым объектом, то создается специальный буфер промежуточных результатов с указанием номера решающего модуля и условий его работы;

9) организация режима обучения (дообучения) с целью повышения качества принимаемых РМ решений. Обучение производится в зависимости от типа используемых решающих правил путем изменения их весовых коэффициентов, изменения логических связей в решающих правилах, пересчета значений коэффициентов уверенности и порогов принятия решений, путем реорганизации условий запросов и тактики принимаемых решений относительно искомого РМ.

На рисунке 2 представлена укрупненная схема сетевой семантической модели базы знаний предлагаемой экспортной системы. В этой схеме блок реализации целевых функций определяет количественные значения выбранных целевых показателей по всем информативным признакам, описывающим социальные практики и цифровые технологии (строки решающих модулей РМ) по выбранным уровням анализа (столбцы решающих модулей).

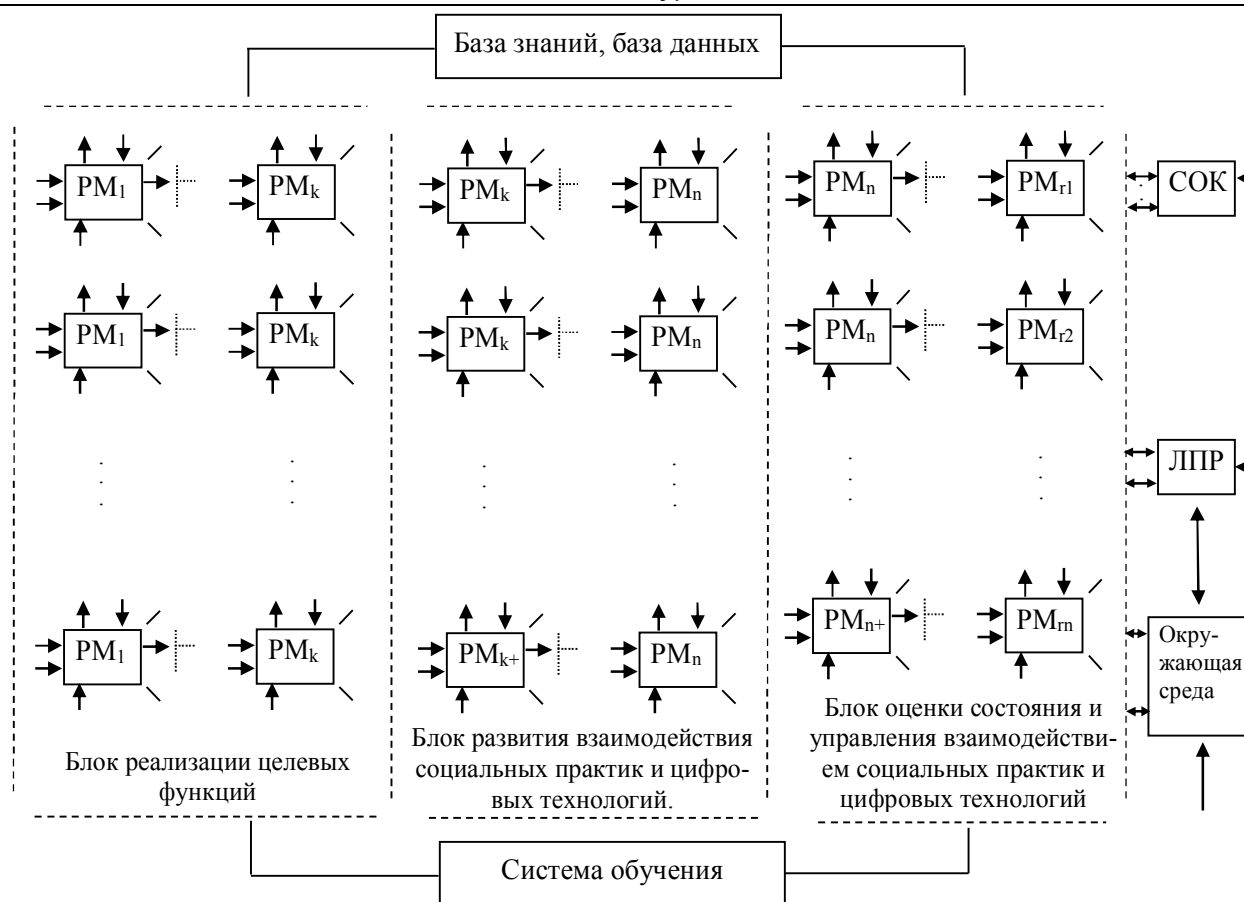


Рис. 2. Сетевая управляющая структура

В приведенной на рис. 2 схеме каждый модуль имеет двойной порядковый номер s, t по строке $s = 1 \dots, m$ и столбцу $t = 1, \dots, k, \dots, 1 \dots, r$ соответственно. Поскольку в общем случае число признаков, описывающих социальные практики и цифровые технологии, не совпадает с числом актов принимаемых решений, то реально матрица сетевой модели не совпадает с прямоугольной. Такое ее изображение является условным.

Каждый модуль сети ориентирован на решение своих специфических задач, и поэтому его порядковый номер фактически определяет реализуемую решающим модулем функцию и особенности ее выполнения. Таким образом, этап начальной загрузки решающего модуля производится к моменту начала его выполнения по его порядковому номеру st . Каждый решающий модуль сети имеет свой весовой коэффициент, изменяющийся от 0 до 1, определяющий «важность» его использования в решении той или иной задачи. Допускается на один модуль иметь вектор весовых коэффициентов, определяющий его «важность» в реализации задач.

Выбор решающего модуля для его включения в работу может осуществляться одним из следующих способов:

а) экспертом, по ключевым словам, хранимым в базе знаний как соответствующий справочник, в зависимости от вида решаемой задачи, от выдвигаемой гипотезы и от «глубины» решения;

б) полуавтоматически, когда после работы очередного модуля система формирует для эксперта набор рекомендаций по дальнейшему ходу реализуемого процесса, и пользователь, анализируя полученную информацию, сам определяет следующий шаг работы;

в) автоматически, когда система сама передает управление от модуля к модулю по заданному алгоритму их взаимодействия (чаще всего по направлению с максимальным значением коэффициента уверенности принятия решений) до выполнения заданного критерия останова или до момента останова со стороны пользователя.

В качестве критериев для останова предлагается следующий их набор:

- до получения решения с заданным качеством;
- до обращения к эксперту;
- на заданную глубину (по номеру);
- до заданной уверенности принятия решения;
- до выхода на модули, требующие проверки экстренных ситуаций;
- до выполнения условий достижимости заданного порога весовой функцией, определяющей интегральный критерий с учетом возможностей эксперта, организации, экономических показателей, трудоемкости и т.д.

Выбор типов и объемов задач, реализуемых одним решающим модулем, производится инженером по знаниям совместно с экспертами, в интересах которых создается система, при этом принимается во внимание, что объем выбираемой РМ информации должен быть, с одной стороны, не большим, с тем чтобы обеспечить приемлемую скорость работы системы, а с другой – обладать функциональной полнотой, обеспечивая требования хорошей видимости, понимаемости и интерпретируемости. Желательно при этом, чтобы объем информации, перерабатываемой модулем, был достаточен для реализации одного сеанса общения эксперта с исследуемым объектом.

Блок анализа развития взаимодействия социальных практик и цифровых технологий обеспечивают решение следующих задач:

- формирование и интерпретация целевых показателей на языке предметной области лица, принимающего решение (ЛПР);

- прогнозирование результатов взаимодействия цифровых технологий с социальными практиками;

- реализация просмотра фактов и данных, позволяющих оценить динамику взаимодействия и взаимовлияния социальных практик и цифровых технологий;

- динамическое слежение за результатами взаимодействия цифровых технологий с социальными практиками;

– расчет показателей качества, характеризующих взаимодействие ЛПР с экспертной системой, например, с целью формирования подсказок при некорректных действиях экспертов.

Блок оценки состояния и управления взаимодействием социальных практик и цифровых технологий решает задачи:

– формирование рекомендаций на языке предметной области ЛПР по корректирующим и управляющим воздействиям с целью оптимизации взаимодействия цифровых технологий с социальными практиками;

– выявление возможных отрицательных тенденций от взаимодействия цифровых технологий с социальными практиками с механизмом динамического слежения за показателями качества такого взаимодействия;

– документирование результатов взаимодействия цифровых технологий с социальными практиками;

– расчет показателей качества проведения корректирующих мероприятий.

При формировании рекомендаций по корректирующим мероприятиям каждый решающий модуль, используя набор входных признаков и значений целевых функций, формирует набор гипотез, сопровождающихся соответствующими значениями коэффициентов уверенности. Для подтверждения выдвигаемых гипотез РМ запрашивает дополнительную информацию и на ее основе уточняет принимаемые решения. Входные признаки, значения целевых показателей и дополнительная информация сопровождаются значениями весовых коэффициентов, определяющих их вклад в формирование соответствующих гипотез. Если ни одна из гипотез не обеспечивает решения с заданной уверенностью, производится переход к новому РМ либо вглубь (уточнение или развитие версии по выбранной гипотезе), либо вширь (переход к новой гипотезе), либо возврат назад, если первоначально выдвигаемые гипотезы не верны. Набор признаков и дополнительно запрашиваемая РМ информация могут быть не полными, что отражается в уверенности принимаемых решений. При этом у пользователя имеется возможность просмотра и уточнения роли отдельных признаков в формировании той или иной гипотезы с целью получения информации о необходимости дообследования, смены гипотезы или тактики работы с исследуемым объектом.

Если в результате работы решающих правил модуля получается низкий (ниже порогового) коэффициент уверенности (при низких коэффициентах уверенности по признакам), эксперту предлагается уточнение значений этих признаков. При работе с сетевой моделью в специальной буферной памяти производится запоминание номеров и порядка использования РМ, условий их работы с сохранением требуемых фактов и данных по каждому модулю. Это позволяет проследить этапы и весь ход реализации исследуемых процессов. Поскольку для каждого модуля известен его вес в принятии того или

инного решения, а также известны роль и вес каждого признака, используемого РМ, появляется возможность оценки качества работы эксперта путем анализа используемых модулей и даже отдельных признаков (показатели целевых функций). Функцию контроля качества за деятельностью эксперта выполняют специальные программные средства системы оценки качества (СОК) (см. рис.2). Логика работы СОК основывается на том, что чем более весомые, с точки зрения выбранного критерия, РМ или признаки не задействуются (не анализируются) экспертом при работе с исследуемым объектом, тем ниже оценивается качество работы лица, принимающего решения (ЛПР).

При работе в автоматическом режиме переход от одного РМ к другому осуществляется по трассе с максимальным коэффициентом уверенности. При этом система запоминает и анализирует и другие гипотезы с достаточно высокими (выше порога) коэффициентами уверенности и после проработки наиболее вероятной гипотезы предлагает ЛПР проверить и другие высоко вероятные гипотезы.

Разделение задач и функций по решающим модулям сети позволяет упростить задачу поиска тех РМ, которые приводят к ошибкам по вине системы. Как только количество ошибок, совершаемых РМ, достигает порогового значения, в зависимости от типа решающих правил и характера совершаемых ошибок к этому модулю подключается система обучения, производящая коррекцию соответствующих решающих правил и (или) связей.

Исследование выполнено при поддержке гранта РНФ № 19-18-00504.

Список литературы

1. Artemenko M. V., Budanov V. G., Korenevsky N. A. Classification of sociotechnical landscape on the basis of analogies of cortegecodes of indicatos // Journal of Physics: Conference Series, 2019.

2. Социотехнический ландшафт в условиях цифровизации: к проблеме концепта и методологии исследования / В. Г. Буданов, Е. Г. Каменский, В. И. Аршинов, И. А. Асеева // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика, социология, право. 2019. Т. 9, № 3(32). С. 213-225.

3. Корневский Н. А., Артеменко М. В., Родионова С. Н. Социотехнический ландшафт: мягкое картирование по базовым координатам онтологических матриц социальных практик и цифровых технологий // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2019. № 3. С. 62-76.

4. Социотехнический ландшафт цифровой реальности: философско-методологический концепт, онтологические матрицы, экспертно-эмпирическая верификация: коллективная монография / В. И. Аршинов, М. В. Артеменко, И. А. Асеева, В. Г. Буданов, О. А. Гримов, Е. Г. Каменский, Н. А. Ко-

реневский, А. В. Маякова, В. В. Чеклецов / отв. ред. В. Г. Буданов, И. А. Асева. Курск: ЗАО «Университетская книга», 2019. 232 с.

5. Кореневский Н.А. Полифункциональная система интеллектуальной поддержки принятия решений по рационализации лечебно-диагностических процессов // Вестник новых медицинских технологий. АМНТ. 1996. Т. 3. С. 43-46.

6. Кореневский Н. А. Принципы и методы построения интерактивных систем диагностики и управления состоянием здоровья человека на основе полифункциональных моделей: дис. ... д-ра техн. наук. СПб., 1993. 322 с.

7. Черняховская М. Ю. Представление знаний в экспертных системах медицинской диагностики: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. М., 1991. 46 с.

8. Кореневский Н. А., Титов В. С., Чернецкая И. Е. Проектирование систем поддержки принятия решений для медико-экологических приложений: монография / Курск, гос. техн. ун-т. Курск, 2004. 180 с.

9. Кэнал Л. Обзор систем для анализа структуры образов и разработки алгоритмов классификации в режиме диалога // Распознавание образов при помощи цифровых вычислительных машин. М.: Мир, 1974. С. 67-82.

10. Малышев Н. Г., Бернштейн Л.С., Боженюк А. Б. Нечеткие модели для экспертных систем в САПР. М.: Энергоатомиздат, 1991. 195 с.

11. Овчинников С. В., Рьера Т. О. О нечетких классификациях // Нечеткие множества и теория возможностей. Последние достижения: [пер. с англ.] / под ред. Р. Р. Ягера. М.: Радио и связь, 1986. 408 с.

12. Яхмо Т. М. Системы продукции: структура, технология, применение. Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1990. 231 с.

13. Кореневский Н. А. Проектирование нечетких решающих сетей, настраиваемых по структуре данных, для задач медицинской диагностики // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2005. Т. 4. № 1. С. 12-20.

14. Оценка и управление состоянием здоровья обучающихся на основе гибридных интеллектуальных технологий: монография / Н. А. Кореневский, А. Н. Шуткин, С. А. Горбатенко, В. И. Серебровский. Старый Оскол: ТНТ, 2016. 472 с.

15. Кореневский Н. А., Крупчатников Р. А. Информационно-интеллектуальные системы для врачей рефлексотерапевтов: монография. Старый Оскол: ТНТ, 2013. 424 с.

16. Кореневский Н. А. Метод синтеза гетерогенных нечетких правил для анализа и управления состоянием биотехнических систем // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2013. № 2. С. 99-103.

17. Кореневский Н. А., Родионова С. Н., Хрипина И. И.. Методология синтеза гибридных нечетких решающих правил для медицинских интеллек-

туальных систем поддержки принятия решений: монография. Старый Оскол: ТНТ, 2019. 472 с.

18. Кореневский Н. А., Разумова К. В. Синтез нечетких классификационных правил в многомерном пространстве признаков для медицинских приложений // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2012. № 2 (41). С. 223-227.

19. Рябкова Е. Б., Говорухина Т. Н., Кореневский Н. А. Алгоритмы коррекции многомерной линейной разделяющей поверхности // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2011. Т. 7, № 7. С. 194-199.

20. Прогнозирование и диагностика заболеваний, вызываемых вредными производственными и экологическими факторами, на основе гетерогенных моделей / Н. А. Кореневский, Н. А. Серебровский, В. И. Коптева, Н. А. Говорухина. Курск: Изд-во Курск. гос. с.-х. ак., 2012. 231 с.

21. Использование технологий мягких вычислений для прогнозирования и диагностики профессиональных заболеваний работников агропромышленного комплекса: монография / Р. В. Степашов, Н. А. Кореневский, А. В. Серебровский, Т. Н. Говорухина. Курск, 2016. 224 с.

22. Кореневский Н. А., Юлдашев З. М. Проектирование биотехнических систем медицинского назначения. Общие вопросы проектирования: учебник. Старый Оскол: ТНТ, 2018. 312 с.

23. Шуткин А. Н., Кореневская С. Н., Федянин В. В. Проектирование баз знаний медицинских экспертных систем с использованием коллективов нечетких правил // Информационные проекты в медицине и педагогике. Материалы международной научно-практической конференции. Курск, 2014. С. 61-64.

24. Al-Kasabeh R.T., Korenevskiy N.A., Ionescu F. Synthesis of combined fuzzy decision rules based on the exploration analysis data // Proc. 4th IAFA Intern. Conference Interdisciplinary Approaches in Fractal Analysis, Bucharest, Romania, May 26-29, 2009. P. 71-78.

25. Use of an Interactive Method for Classification in Problems of Medical Diagnosis / N. A. Korenevsky, S. V. Degtyarev, S. P. Seregin, A. V. Novikov // Biomedical Engineering. 2013. Vol. 47, is. 4. P. 169-172.

26. Design of network-based fuzzy knowledge bases for medical decision-making support systems / N. A. Korenevsky, S.A. Gorbatenko, R.A. Krupchatnikov, M. I. Lukashov // Biomedical Engineering. 2009. Vol. 43, N 4. P. 187-190.

27. Korenevskiy N. A., Krupchatnikov R. A., Gorbatenko S. A. Generation of fuzzy network models taught on basic of data structure for medical expert systems // Biomedical Engineering Journal. 2010. Vol. 42, N 2. P. 67-72.

28. Korenevskiy N. A. Application of Fuzzy Logic for Decision-Making in Medical Expert Systems // Biomedical Engineering. 2015. Vol. 49. P. 46-49.

УДК 141.1

А. В. Маякова

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Курск

ФИЛОСОФСКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ЦИФРОВОЙ РЕАЛЬНОСТИ: ВОЗМОЖНОСТИ И УГРОЗЫ

В статье рассматриваются технологии цифровой реальности, взгляды ученых и общественных деятелей на их создание и применение, а также возможности и угрозы, которые влекут за собой новые цифровые технологии и сервисы.

Ключевые слова: цифровизация, цифровые технологии, искусственный интеллект, большие данные, возможности, риски.

Цифровые технологии не являются нейтральными для общества, поскольку они одновременно предлагают социуму новые возможности и решения, но и являются источником серьезных социальных рисков, что отчетливо наблюдается при стратегическом планировании. В качестве примера можно привести следующее. Большие данные, рассматриваемые как цифровой след человека, предоставляют нам широкие возможности: адресное удовлетворение запросов клиента здесь и сейчас; оказание экстренной и персонализированной медицинской помощи вне географической привязки, и многое другое. Одновременно это серьезный вызов современному обществу, в котором одним из основных принципов является принцип приватности личности как неотъемлемый элемент свободы [1].

Такая двунаправленность наблюдается и в правовом регулировании инструментария больших данных. Ярким примером является «противостояние» Китая и Европы. Позиция Китая: развитие цифровых технологий является самоцелью, в ограничениях при этом нет необходимости при условии, что у государства есть приоритет (лучше всего – монополия) на использование цифровых технологий. Позиция ЕС: приоритет социально-гуманитарных вызовов в научной сфере, защита персональных данных осуществляется в рамках общего регламента по защите данных (GDPR – General Data Protection Regulation).

Очень наглядно тему приватности личности, в том числе в российском обществе, осветил профессор, д.э.н., руководитель АНО «Центр защиты вкладчиков и инвесторов» Артем Генкин в рамках круглого стола «Цифровая трансформация: новые вызовы и новые возможности для общества» в Общественной палате в феврале 2020г. «Встает вопрос: где границы доступа общества в жизнь личности? Где защитная линия нашей приватности? К чему это все приводит? К различным системам социального рейтинга, сейчас они очень популярны. Основным реализатором сегодня является Китай. Все све-

дения о индивиде сваливаются в один «черный ящик», результатом для него становится появление динамично изменяющегося рейтинга доверия к нему, рейтинга его благонадежности. А сам этот рейтинг имеет отношение к тому, получит ли индивидуум доступ к каким-либо общественным благам. В Китае социальный рейтинг стал элементом государственной стратегии. Он привел к максимальному облегчению жизни лицам с высоким уровнем общественного доверия и максимальному затруднению для лиц с низким уровнем. Это новые принципы социального расслоения и неравенства.

Китайцы выпустили приложение, позволяющее определить, не общались ли вы в последний месяц с зараженным коронавирусом. Что это означает? Что постоянно ведется слежка за перемещениями каждого человека и что не соблюдается медицинская тайна – сведения о заболевших гражданах доступны каждому. Для нашего менталитета такая ситуация непривычна.

Планы осуществить дальнейшую смычку баз данных с любой информацией о деятельности физлица, причем базы надзорных ведомств в Китае сращиваются с базами частных корпораций. У нас ряд компаний также ведут собственные базы клиентов со своим личным рейтингом (скорингом), и они тесно сотрудничают с государством – это Мэйл.ру Групп, МТС, Яндекс, Сбербанк» [2].

В настоящее время особенно актуален вопрос развития и применения цифровых технологий в социальном пространстве в связи с пандемией коронавируса и режимом тотальной самоизоляции на территории страны. Цифровые сервисы стали не просто популярными, но необходимыми. Общество не может игнорировать необходимые цифровые технологии в рамках образовательной и медицинской деятельности, удаленной работе, предоставления услуг и т.п. В данных условиях применение цифровых сервисов и использование гаджетов является обоснованным и адекватным. И это является одним из положительных эффектов социального конструирования технологий цифровой реальности. С другой стороны, говоря о «спокойном», не форс-мажорном ритме жизни, когда необходимость постоянного использования цифровых технологий не является острой и постоянной для всех групп населения, цифровизация не оставляет шансов обойти себя стороной. Так, по данным «Лаборатории Касперского», 40% российских детей в возрасте до 10 лет почти постоянно находятся в Сети, в возрасте 14-18 лет практически все подростки в мире 60-70% времени проводят онлайн [3]. И это среда небезопасная, чему сегодня есть множество доказательств. У нового поколения возникают проблемы с социальными коммуникациями, выстраиванием нормальных отношений в обществе. И все это – на фоне удобства использования различных цифровых сервисов.

На Всемирном экономическом форуме в Давосе контрастно смотрелся деловой завтрак Сбербанка, где настоящий фурор произвело выступление из-

вестного психотерапевта Андрея Курпатова, с начала 2019 г. занимающего должность научного руководителя лаборатории нейронаук и поведения человека Сбера. По его мнению, «то, что мы имеем сейчас – это, по сути, эпидемия цифрового аутизма. Цифровой аутизм – состояние, при котором молодые люди не могут поддерживать длительный психологический контакт друг с другом. Они не интересуются внутренним миром другого человека. Люди для них фактически стали заменяемы, поскольку они не видят ценности каждого человека в отдельности» [4]. В ходе своего выступления А. Курпатов приводит данные исследования, которые размещены в свободном доступе в сети Интернет, поэтому останавливаться на них не целесообразно. В качестве профилактики цифрового слабоумия Курпатов посоветовал всем использовать правила «цифровой гигиены», а также улучшать свои социальные связи – то есть чаще общаться с людьми лицом к лицу. Этой же идеи придерживаются эксперты и специалисты крупных компаний, таких как Apple и Google, и настоятельно рекомендуют своим клиентам-пользователям не сидеть в Сети постоянно, а ограничивать время перед экранами гаджетов.

Цифровизация социальных кластеров (образование, здравоохранение, социальная работа и др.), конечно, неотвратима, однако должна происходить максимально аккуратно и методично, иначе очень высока вероятность возникновения катастрофического риска, который может угрожать жизни и здоровью человека и общества в целом. Например, в России реализуется проект «Российская электронная школа». С одной стороны, положительный эффект: можно заглянуть, чтобы повторить пропущенную тему или разобраться со сложным и непонятым материалом. Это отличная возможность для учителей побывать на «открытых уроках» своих коллег и перенять лучший опыт или подобрать к своим урокам разнообразные дополнительные материалы. Родители смогут по-новому взглянуть на школьное образование и, если появится такое желание, снова «сесть за парту» вместе со своими детьми [5]. С другой стороны, не уточнено, сколько ребенку допускается времени проводить за гаджетом, как это повлияет на усвоение материала и психофизическое состояние учащегося, и главное, у ребенка полностью исключается возможность «живого» общения с учителем и сверстниками, что порождает ряд психологических и иных проблем. Практика виртуальной школы существует не только в России. В других странах также имеются цифровые платформы, работающие в условиях виртуальной реальности: Teaching, Cyberworlds/ Digital Studies, Public Anthropology.

Подводя итог вышесказанному, положительные эффекты и риски социального конструирования технологий цифровой реальности тесно переплетены между собой. Каждое «движение» в рамках тотальной цифровизации может обернуться дисфункцией социума. Процесс создания и внедрения технологий цифровой реальности, особенно в общественной жизни, постоянно

должен идти рука об руку с процессами усиления общественного контроля за соблюдением законов, связанных с внедрением цифровизации. От технического прогресса отказаться нельзя, поскольку в конечном счете он будет способствовать победе или поражению той или иной цивилизации.

Публикация подготовлена при поддержке Гранта РНФ № 19-18-00504 «Социотехнические ландшафты цифровой реальности: онтологические матрицы, этико-аксиологические регулятивы, дорожные карты и информационная поддержка управленческих решений».

Список литературы

1. Цифровизация общества: новые вызовы в социальной сфере / В. Г. Жулего, А. А. Балякин, М. В. Нурбина, С. Б. Тараненко // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2019. № 9, ч. 2. С. 36-43.

2. Генкин А. С. Выступление в рамках круглого стола «Цифровая трансформация [Электронный ресурс]: новые вызовы и новые возможности для общества». URL: <https://www.oprf.ru/press/news/2617/newsitem/52561>.

3. Лаборатория Касперского»: более половины российских родителей считают, что не только их дети, но и они сами проводят в сети слишком много времени [Электронный ресурс]. URL: https://www.kaspersky.ru/about/press-releases/2019_laboratoriya-kasperskogo-bolee-poloviny-rossiyskih-roditeley-schitayut-cto-ne-tolko-ih-deti-no-i-oni-sami-provodyat-v-seti-slishkom-mnogo-vremeni

4. Курпатов А. В. Личностная трансформация в цифровую эпоху [Электронный ресурс]. URL: <https://youtu.be/GbLclnu-QGc>.

5. О проекте «Российская электронная школа» простым языком [Электронный ресурс]: офиц. сайт. URL: <https://resh.edu.ru/about>.

УДК 316.77

О. А. Гримов

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Курск

СОЦИАЛЬНО-СЕТЕВАЯ КУЛЬТУРА: СВОЙСТВА, РИСКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

В статье приведены результаты обобщения данных, полученных в ходе эмпирического исследования социально-сетевой культуры. Рассматриваются основные параметры рискогенного и конструктивного потенциала социально-сетевой культуры. Приводятся обобщённые выводы и основные тенденции дальнейшего развития исследуемого объекта.

Ключевые слова: социально-сетевая культура, сетевая коммуникация, цифровая реальность.

Социально-сетевая культура как явление цифровой реальности [1-7] может демонстрировать как значительный позитивный, так и деструктивный потенциал. Данные характеристики не являются онтологически необходимыми и актуализируются лишь в определённых условиях. Сама по себе социально-сетевая культура, выступающая как глобальный культурный метаконструкт, должна быть охарактеризована как морально и идеологически нейтральная, но обладающая рядом важных потенций, которые могут проявиться в определённой ситуации. Критерием рискогенности социально-сетевой культуры является практика как единство динамических процессов её объективации, легитимации и воспроизводства. Именно социокультурные процессы применения артефактов социально-сетевой культуры проявляют её потенциал. Принципиальным является то, что социально-сетевая культура в основном локализуется в сфере социально-сетевых медиа, аудитория которых обладает набором значимых социально-демографических характеристик.

Отметим также, что совокупность рискогенных факторов социально-сетевой культуры может быть разделена не по отдельным аспектам социально-сетевой коммуникации, а по её структурным элементам.

Разделение может выглядеть следующим образом:

- риски личностные, связанные с деструктивным культурным воздействием на отдельного участника коммуникации;
- риски групповой динамики, отражающие устойчивость функционирования сетевых сообществ;
- риски дискурсивные, описывающие общую деформацию существующего сетевого дискурса как культурного пространства. Данные риски связаны с изменением места и роли социально-сетевой коммуникации и её культурного содержания в социальной жизни.

Следует отметить, что возможности позитивного применения социально-сетевой культуры связаны с социокультурными практиками на этих же уровнях. Данный подход позволяет обозначить принципиальные линии территориализации/детерриторизации (по Делёзу и Гваттари), в которых локализуется кумулятивный эффект социально-сетевой коммуникации, культурные модальности которой могут быть как деструктивными, так и позитивными.

В прикладном смысле риски социально-сетевой культуры повторяют и продолжают общие социокультурные, психологические и информационно-технологические риски социально-сетевой коммуникации, обусловленные самой природой интернет-коммуникации или ограничениями сетевых ресурсов.

Интегративными формами рискогенности являются:

- 1) симуляция – вырождение естественности коммуникативных практик,
- 2) «интерпассивность» (в терминологии С. Жижека).

Симуляция в общем виде сводится к девальвации традиционных и относительно устойчивых социальных форм (практик, субъектностей). Симулированными являются порождаемые в среде социально-сетевой культуры феномены лайкинга как средства выражения симпатии и одобрения, троллинга как провокативного поведения/общения, «вирта» – как формы виртуального проявления сексуального интереса, фолловинга – как практики проявления приверженности. Вышеприведённые фреймы наделяются новыми смыслами и содержанием, которые необязательно деструктивны по сути, но являются трансформированными и транспонированными относительно устойчивых социальных форм.

Другой значительный рискогенный фактор заключён в т.н. «интерпассивности». Данный феномен связан с формированием особого режима вовлечённости, который считывается субъектом-пользователем как добровольная активность, а на деле представляет собой совокупность пассивных откликов-реакций на «обволакивающую» коммуникативную среду и её условия, которые полностью просчитывают каждый шаг пользователя (данная особенность широко применяется в маркетинге). Таким образом, та информационная и коммуникативная свобода, которая есть в социальных сетях и которая понимается пользователем как безусловное благо, в реальности навязывается ему и де-факто лишает его собственной субъектности. Активность уже не является осознанным выбором, а совокупность практик напрямую определяется тем функциональным меню, которое предлагается веб-сервисом.

Следует отметить, что социально-сетевая культура выходит за рамки собственно культуры социально-сетевых взаимодействий и социально-сетевых сообществ, распространяясь также на общие практики и техники социальной коммуникации в Интернете как более широкий контекст, в котором экспонируются паттерны и культурные модели бытия, в которых кристаллизуются стандарты взаимодействия.

Осуществление прогноза развития социально-сетевой культуры является достаточно сложной научной задачей. В первую очередь, следует учитывать влияние развития новых информационных технологий, средств и сервисов на культурное содержание процессов сетевой коммуникации. Именно технологические особенности новых средств коммуникации чаще всего напрямую задают аффорданс культурных модальностей в социально-сетевом пространстве.

Не берясь прогнозировать дальнейшее развитие технических и информационно-технологических характеристик социально-сетевых сервисов, мы, тем не менее, можем выделить наиболее существенные факторы их социо-

культурной динамики, что является непосредственным источником дальнейших трансформаций социально-сетевой культуры:

- широкое распространение мессенджеров (Viber, WhatsApp), новых блог-площадок (на основе хостинга Youtube), а также потоковых мультимедиа, обеспечивающих беспрецедентно открытый демократичный характер коммуникации и создающих новые возможности для интернет-журналистики;

- расширение границ реальности (появление форм виртуальной, дополненной и альтернативной реальности) в сетевых сервисах;

- играизация и дигитализация повседневного дискурса, примером чего может служить игра Pokemon Go;

- формирование новых типов сетевой архитектуры баз данных (вики-технологии, фолксонии и т.д.), задающих новые стандарты для создания и презентации культурных артефактов.

Результаты социологического исследования артефактов социально-сетевой культуры, проведённого нами методом качественного контент-анализа, могут быть приведены в следующем обобщённом виде:

- продукты социально-сетевой культуры могут иметь разный информационный и технологический формат, но при этом всегда соответствуют базовой онтологической структуре жизненного цикла. Вербальные мемы наиболее соответствуют основным онтологическим характеристикам мемов, которые являются ключевой модальностью социально-сетевой культуры. Вместе с тем необходимо отметить, что каждый объект социально-сетевой культуры может и должен трактоваться как культурологический текст и помещаться в более широкий контекст цифровой культуры;

- различные артефакты социально-сетевой культуры служат для индивида маркером социальной и культурной идентичности. Распространение социально-сетевых продуктов, а также сетевая интерпелляция (в терминах Л. Альтюссера), заключающаяся здесь в адекватной реакции на коммуникативную реплику, позволяют индивиду полноценно включаться в интернет-сообщество. Таким образом, включённость зависит от владения культурным кодом;

- выявлена конвергенция информационно-технологических условий социально-сетевой коммуникации и связанных с ней культурных практик. Массовое распространение мессенджеров меняет саму структуру самовыражения и самореализации индивида, реанимируя прежде всего коммуникативную функцию; социальные сети-фотохостинги устанавливают приоритет визуальной самопрезентации, предельного упрощения и ускорения социального и геосоциального позиционирования;

- новые перспективы развития социально-сетевой культуры лежат в плоскости развития цифровых технологий. Активное внедрение их в повсе-

дневные практики реструктурирует формат прежних культурных практик, делая акцент на их утилитарность. Мы становимся свидетелями роста новой цифровой культуры, цифрового прагматизма. Таким образом, границы социально-сетевой культуры размываются;

– анализ маргинальных артефактов социально-сетевой культуры (мемов, интернет-комиксов) позволил сделать вывод, что социально-сетевая культура становится всё более автономной относительно традиционной культуры, а также всё менее служит виртуализацией повседневных культурных норм. В контексте социально-сетевой культуры вырабатываются практики и нормы, которые обладают системными характеристиками и онтологическим суверенитетом, однако последний не всегда является объектом рефлексии самих носителей культуры. Принципиальна также тенденция к пролиферации социально-сетевой культуры в общих рамках наличной цифровой реальности.

Исследование выполнено при поддержке гранта РНФ № 19-18-00504.

Список литературы

1. Асеева И. А., Маякова А. В. Философские основания и методологические ресурсы новой парадигмы сложности // *Философия и культура*. 2015. № 8 (92). С. 1117-1125.

2. Гримов О. А. Цифровая реальность: социальная онтология и методология эмпирического изучения // *Сложность. Разум. Постнеклассика*. 2019. № 3. С. 42-50.

3. Зотов В. В., Боев Е. И., Каменский Е. Г. Развитие методологии управления инновациями: от процесса к личности // *Научные ведомости Белгородского государственного университета. Философия. Социология. Право*. 2010. № 20 (91). Вып. 4. С. 84-91.

4. Социоантропологические измерения конвергентных технологий. Методологические аспекты: коллективная монография / отв. ред. И. А. Асеева, В. Г. Буданов. Курск: ЗАО «Университетская книга», 2015.

5. Социоантропологические измерения конвергентных технологий. Онтологии и коммуникации: коллективная монография / В. И. Аршинов, И. А. Асеева, В. Г. Буданов, Е. Г. Гребенщикова, О. А. Гримов, Е. Г. Каменский, К. Майнцер, И. Е. Москалев, С. В. Пирожкова, М. А. Суцин, В. В. Чеклецов / отв. ред. И. А. Асеева, В. Г. Буданов. Курск: Изд-во ЗАО «Университетская книга», 2016.

6. Социоантропологические измерения конвергентных технологий. Модели, прогнозы, риски: коллективная монография / В. И. Аршинов, И. А. Асеева, В. Г. Буданов, Е. Г. Гребенщикова, О. А. Гримов, Е. Г. Каменский, К. Майнцер, А. В. Маякова, И. Е. Москалёв, С. В. Пирожкова,

М. А. Суцин, В. В. Чеклецов / отв. ред. И. А. Асеева, В. Г. Буданов. Курск: ЗАО «Университетская книга», 2017. 243 с.

7. Социотехнический ландшафт цифровой реальности: философско-методологический концепт, онтологические матрицы, экспертно-эмпирическая верификация: коллективная монография / В. И. Аршинов, М. В. Артеменко, И. А. Асеева, В. Г. Буданов, О. А. Гримов, Е. Г. Каменский, Н. А. Кореневский, А. В. Маякова, В. В. Чеклецов / отв. ред. В. Г. Буданов, И. А. Асеева. Курск: ЗАО «Университетская книга», 2019. 232 с.

УДК 681.51

С. Л. Подвальный, Е. М. Васильев

Воронежский государственный технический университет, Воронеж

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОГО МНОГООБРАЗИЯ НА ЭВОЛЮЦИОННУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ ПОПУЛЯЦИЙ

Представлена марковская модель эволюции популяций с незафиксированными генетическим фондом и условиями внешней среды. Показано, что эволюционная устойчивость популяции определяется соотношением скорости накопления генофонда и скорости изменения среды. На построенной модели получено количественное подтверждение существования критического размера генофонда, определяющего возможность или невозможность устойчивой эволюции.

Ключевые слова: эволюция, популяция, генетическое многообразие, марковская модель.

Эмпирический факт существования критического размера популяции, определяющий возможность или невозможность её дальнейшего существования в естественной среде, сопровождается многочисленными примерами устойчивого существования малочисленных эндемичных видов, а также случаями искусственного восстановления популяции в регулируемых благоприятных условиях [1]. Генетическая природа указанного явления в настоящее время надёжно установлена и экспериментально проверена на результатах селекционных исследований по выведению растений и животных с полезными потребительскими свойствами [2].

Целью настоящей работы является составление математической модели, адекватно раскрывающей свойство устойчивости эволюции популяций и позволяющей воспроизвести условия этой устойчивости на основе молекулярно-генетической природы этого явления.

Поскольку приспособительные свойства популяции определяются разнообразием её генетического фонда, то достижение цели работы возможно на моделях, учитывающих это разнообразие [3-5].

Классической эволюционной моделью, отражающей указанное условие, является модель Фишера [6,7]:

$$\begin{cases} \dot{x}_i = \left(w_i - \sum_{j=1}^n (w_j x_j) \right) x_i; \\ \sum_{j=1}^n x_j = 1; \quad i = \overline{1, n}, \end{cases}$$

в которой w_i – уровень приспособленности генотипа i ; x_i – частота его встречаемости;

$$\sum_{i=1}^n w_i x_i = \bar{w},$$

\bar{w} – математическое ожидание приспособленности генотипов в популяции; n – количество генотипов.

В соответствии с этой моделью средняя приспособленность изменяется со скоростью

$$\dot{\bar{w}} = \sum_{i=1}^n w_i \dot{x}_i = \sum_{i=1}^n w_i (w_i - \bar{w}) x_i,$$

или

$$\dot{\bar{w}} = \left(\sum_{i=1}^n x_i w_i^2 \right) - \bar{w}^2.$$

Правая часть последнего выражения является дисперсией уровня генной приспособленности генотипа.

Модель Фишера подтверждает необходимость генетических вариаций для устойчивой приспособительной эволюции: чем больше внутривидовая дисперсия генотипа, тем устойчивее процесс эволюции всей популяции. Рассмотренная модель оперирует некоторым заданным исходным набором (многообразием), содержащим n генотипов, и подразумевает постоянство условий внешней среды.

В реальных популяциях условиях неограниченного многообразия изменений внешней среды «противостоит» непрерывный рост соответствующего многообразия генофонда популяции [8]. Представим изменение этих многообразий марковским процессом, граф которого показан на рис. 1.

На рис. 1 обозначены: $S_{i,j}$ – состояние популяции, в которой насчитывается i генотипов и j особей, $i = 0, 1, 2, \dots$; $j = 0, 1, 2, \dots, N-1, N$; в частности: $S_{0,0}$ – состояние вырожденной популяции, $n(t)=0$; вероятность продолжения эволюции в этом состоянии равна нулю; $S_{i,1}, \dots, S_{i,N}$ – состояния с количеством особей $n = 1, \dots, N$ и количеством i генотипов в популяции.

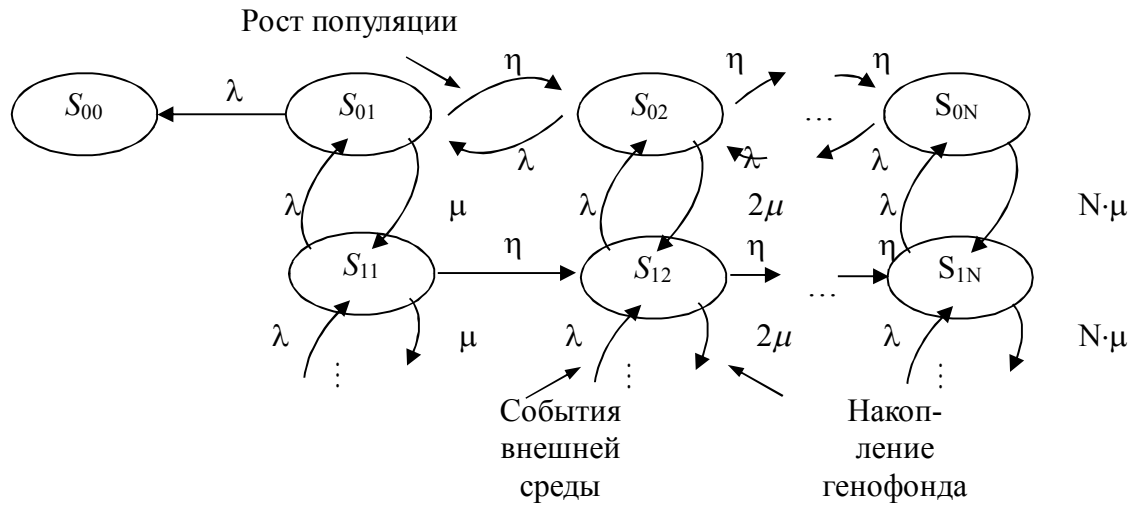


Рис. 1. Представление эволюции популяции в виде двумерного марковского процесса

Интенсивность роста популяции обозначим через η , тогда интенсивность накопления генофонда определится выражением $n \cdot \mu$. Интенсивность потока изменений внешней среды λ . Примем также, что в процессе приспособительной эволюции указанные потоки являются «встречными», т.е. на каждое изменение внешней среды находится соответствующий жизнеспособный генотип, и объём неиспользованного резерва генотипов в популяции снижается на единицу. Поскольку скорость роста количества генотипов, в частности, за счёт мутаций, значительно больше скорости изменения численности популяции, то двумерную марковскую модель эволюционного процесса (см. рис. 1) целесообразно заменить одномерной моделью, представленной на рис. 2.

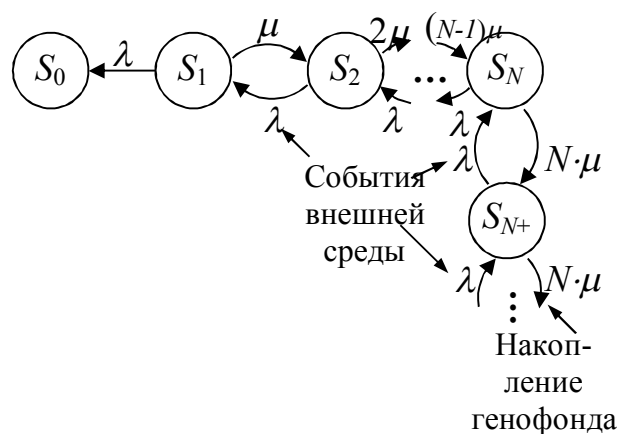


Рис. 2. Представление эволюции популяции в виде одномерного марковского процесса

Для одномерной модели имеем: S_0 – состояние вырожденной популяция, $n(t)=0$; S_1, \dots, S_N – состояния с разной численностью популяции, при этом можно принять, что каждой особи соответствует другой генотип; S_{N+1}, \dots – состояния, достигшие максимального для данной экологической

ниши размера N популяции, но накапливающие с интенсивностью $N \cdot \mu$ изменения в генофонде.

Вероятности $P(t)=[p_0(t) p_1(t) p_2(t) \dots]$ состояний одномерного марковского процесса изменяются во времени в соответствии с уравнением Колмогорова [9]:

$$\frac{dP(t)}{dt} = P(t) \cdot \Lambda,$$

где матрица Λ для графа на рис. 2 имеет вид

$$\Lambda = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots \\ \lambda & -(\lambda + \mu) & \mu & 0 & 0 & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \dots \\ 0 & 0 & \lambda & -(\lambda + N \cdot \mu) & N \cdot \mu & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \lambda & -(\lambda + N \cdot \mu) & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots \end{bmatrix}.$$

Решение уравнения Колмогорова в виде $P(t) = P(0)e^{\Lambda t}$, в котором $P(0)=[p_0(0) p_1(0) p_2(0) \dots]$ позволяет провести на построенной модели численные исследования процесса эволюции популяции.

Для исследования приняты следующие значения параметров: $N=50$; $\mu=1$; $\lambda=25$, при этом размер $M \times M$ матрицы Λ соответствует объёму $M=500$ генофонда популяции, который выбран заведомо превышающим максимальный размер $N=50$ популяции.

Результаты исследования показаны на рис. 3.

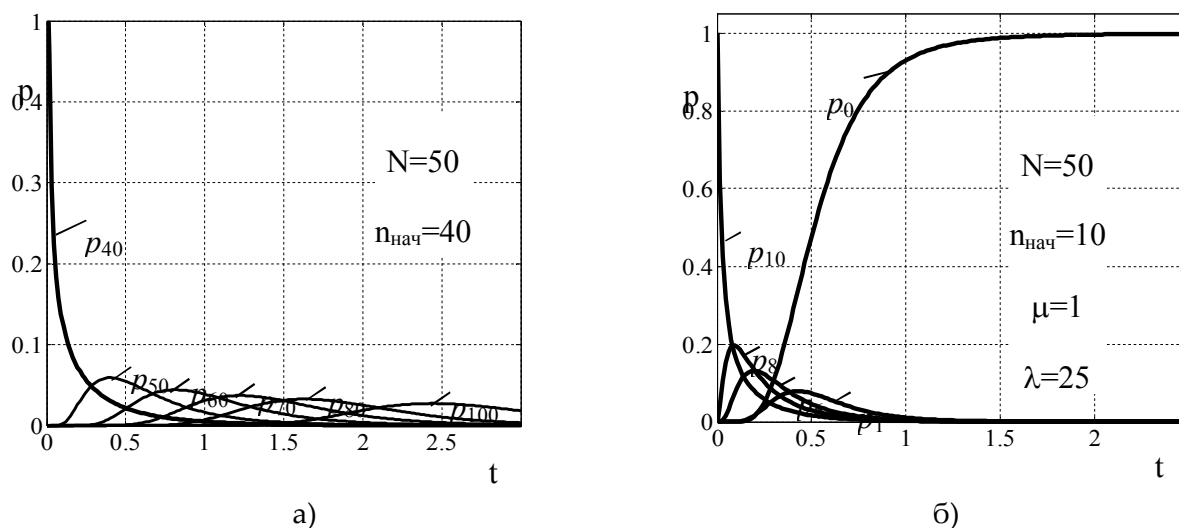


Рис. 3. Результаты исследования при различной начальной численности $n_{нач}$ популяции: а – развитие популяции; б – вырождение

Рис. 3, а иллюстрирует рост популяции с начальным составом из $n_{\text{нач}} = 40$ особей до $N = 50$, а затем неограниченное накопление её генофонда. Если начальный состав снижается до $n_{\text{нач}} = 10$ особей, то вероятность вырождения популяции с течением времени стремится к единице (рис. 3, б). Однако рис. 3 свидетельствует лишь об адекватности марковской модели в рамках поставленной задачи, но не поясняет генетической причины рассматриваемого явления. Поэтому на модели далее было проведено дополнительное исследование, определяющее зависимость вероятности вырождения от того, как соотносятся интенсивности изменений в генофонде $n_{\text{нач}} \cdot \mu$ и в условиях внешней среды λ . Такая зависимость показана на рис. 4.

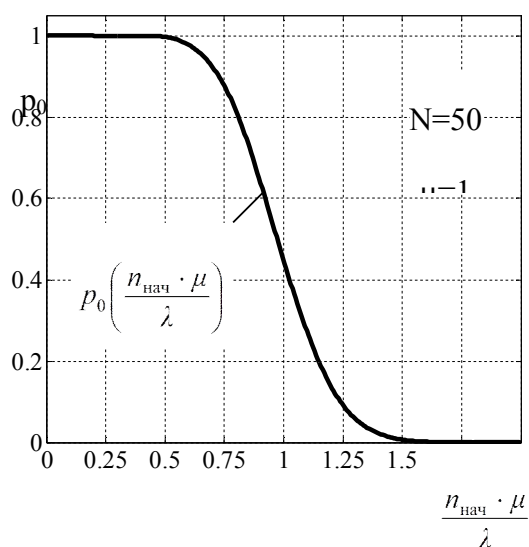


Рис. 4. Зависимость вероятности вырождения от соотношения скоростей накопления генофонда и изменений внешней среды

Результаты исследования количественно подтверждают, что для устойчивой эволюции популяции необходимо, чтобы скорость накопления многообразия генетических структур в популяции превосходила скорость возникновения внешних событий, угрожающих её существованию.

Список литературы

1. Aikman Y., Miskelly C. Birds of the Chatham Islands. Department of Conservation Wellington Conservancy. Wellington: New Zealand, 2004. 129 p.
2. Алтухов Ю. П. Генетические процессы в популяциях. М.: Академкнига, 2003. 431 с.
3. Подвальный С. Л., Васильев Е. М. Биологическое разнообразие и модели эволюции // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2016. № 3 (69). С. 123-127.

4. Подвальный С. Л., Васильев Е. М. Моделирование эволюционных процессов биологических систем // Современные методы прикладной математики, теории управления и компьютерных технологий: сб. тр. IX междунар. конф. Воронеж: Научная книга, 2016. С. 271-274.

5. Подвальный С.Л., Васильев Е.М. Концепция многоальтернативности в живых и неживых структурах // Онтология проектирования. 2016. Т. 6, № 3(21). С. 355-367.

6. FISHER R.A. The genetical theory of natural selection. Oxford: Oxford University Press, 1999. 318 p.

7. Эйген М. Самоорганизация материи и эволюция биологических макромолекул. М.: Мир, 1973. 224 с.

8. Коростышевский М. А., Штабной М. Р., Ратнер В. А. О некоторых стохастических закономерностях эволюционного процесса // Вопросы математической генетики. Новосибирск: Ин-т цитологии и генетики СО АН СССР, 1974. С. 5-32.

9. Вентцель Е. С., Овчаров Л. А. Теория случайных процессов и её инженерные приложения. М.: Высш. шк., 2000. 383 с.

УДК 14+005.8

М. В. Артеменко

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Курск

ПИЛОТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕАКЦИИ СОЦИОТЕХНИЧЕСКОГО ЛАНДШАФТА НА ФЕНОМЕНЫ «ЧЕРНОГО ЛЕБЕДЯ»: КРИВЫЕ ГАРТНЕРА И РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЭПИДЕМИИ

В определенные моменты времени, совпадающие, как правило, с точками бифуркаций эволюции социотехнического ландшафта, возникают феномены «Черного лебедя». Возникает проблема прогнозирования реакции на подобные воздействия, отражающиеся определенными переходными процессами. Целью настоящего исследования является разработка и пилотное исследование возможностей идентификации кривых Гартнера и функций, описывающих распространение эпидемий, рассматривая их как реакцию социотехнического ландшафта на внешние воздействия цифрового и биологического характера при возникновении феноменов «Черного Лебедя» и «Удара Бумеранга». В качестве примеров рассматриваются: развитие применения искусственного интеллекта и компьютерных технологий в медицине и распространение вирусной инфекции COVID-19. В сравнении с зарубежными источниками показано, что реакция социотехнического ландшафта на слабопредсказуемые воздействия хорошо описывается дифференциальными уравнениями второго порядка со сложной (порождающей переходный процесс) функцией правой части.

Ключевые слова: социотехнический ландшафт, цифровая экспансия, реакция социума, COVID-19, кривые Гартнера, самоорганизационное математическое моделирование.

Введение

Как влияет окружающий мир на здоровье человека, популяции, социума? Как поведение человека, которое напрямую зависит от его здоровья, трансформирует окружающий мир — умвельт и умгебунг (терминология Иксюля [1]). Каким образом возвращаются бумеранги антропологического воздействия на окружающий мир? Какая реакция может быть у социума от «удара бумеранга»? Какие экспансии возникают в социотехническом ландшафте (СТЛ) при этом, адаптируя и стабилизируя его поведение в окружающей среде?

Эти вопросы постоянно волнуют Человечество и отражаются в философских трактатах, начиная с Платона [2, 3, 4]. На определенных этапах развития СТЛ на различных иерархических пространственно-временных стратах возникают кардинальные трансформации Природы (окружающего его мира) [5]. Указанный процесс, по гипотезе В. И. Аршинова и В. Г. Буданова, характеризуется ритмокаскадными проявлениями [6].

Рассмотрим следующую гипотетическую концепцию коэволюции социума в живом окружающем мире. В настоящее время эволюция Человечества и окружающего его мира подошло (или, как показывают события 2019-2020 годов, вошло) к очередной точке бифуркации [7, 8] с присущей для нее некоторой «оболочкой», в которой происходят различные флуктуации будущих альтернативных путей развития [9]. Человечество стремится овладеть и управлять планетарным и вселенскими Мирами. Это невозможно без измерительно-познавательного процесса [10]. Любые измерения, как активное, так и пассивное наблюдение, невозможны без предварительного воздействия. Воздействие человека на умвельт и умгебунг инициирует возникновение двух феноменов: «Черный лебедь» [11, 12] и «Удар бумеранга». Отличие феноменов заключается в следующем. Феномен «Черный лебедь» может наступить или не наступить, и его возникновение не предсказуемо. «Удар бумеранга» наступает в любом случае, если определенная цель функционирования СТЛ в условиях цифровой (не естественной) и естественно-биологической реальности не достигнута («бумеранг вернулся») или не достигнута цель инициатора «бумеранга». Однако время наступления данного события является неопределенным. Проводя аналогии с воздействиями на систему (или объект) управления в терминах кибернетики, можно сказать, что «Черный лебедь» – это единица Хевисайда, а «Удар бумеранга» – это дельта функция Дирака [13].

В качестве защитной меры Человек пытается прогнозировать появление и развитие факторов риска своего существования как элемента социума, осуществляя имитационное моделирование последствий своих взаимоотношений с окружающей средой.

Феномен «Удар бумеранга» может развиваться с различной силой, мощностью, импульсом. В точках бифуркаций развития социума, эпох, смены укладов и индустриальных революций и кризисов [14] рассматриваемый феномен может носить характер экспансии – некоторого лавинно нарастающего воздействия. Поскольку флуктуации, как правило, характерны для сильного напряжения состояния социума (и-или среды) и присутствуют в некоторой малой области точки бифуркации, то экспансия, с одной стороны, системы «Человек – Окружающий мир» приводит к «анитиэкспансии», с другой стороны. Селье Г. подобный эффект называл в прошлом веке как «стресс-дистресс» [15].

В настоящее время в силу увеличения антропогенного давления на окружающий мир Природа, на наш взгляд, отвечает следующими видами макроэкспансий:

– цифровая экспансия [5, 7] – ответная реакция на техногенное воздействие;

– биологическая антиэкспансия, ограничивающая биологическое давление Человечества на определенном этапе времени на планету (возникают различные «моры» – голодные, генетические, болезненные и т. п.).

Таким образом, актуальность приобретают такие проблемы, как: описание эволюции социума в условиях цифровой реальности, исследования развития на начальной стадии развития четвертой сигнальной системы [9], моделирование поведения социума в цифровой среде обитания (в том числе информационно-компьютерной), моделирование реакции социума на биологическую антиэкспансию (проявляемую часто в виде «вирусных атак»). Учеными, работающими в области конвергенции гуманитарных и технических наук, предлагается в качестве инструмента использовать методологию социотехнического ландшафта (СТЛ) [16, 17].

С целью прогнозирования влияния цифровой реальности на СТЛ и потребностей (спроса) различных цифровых практик к цифровым технологиям была основана компания Gartner, которая занимается построением так называемых «кривых Гартнера», графически отображающих определенные стадии, через которые проходит технологическое новшество в процессе своего жизненного цикла [18, 19, 20]. Аналитики фирмы выяснили, что каждый этап развития новых технологий обуславливается определенным уровнем информационной «шумихи». Таким образом, анализируя количество и качество публикаций, можно судить о положении дел у разработчика. Осуществляя прогноз развития ожиданий возможностей определенных технологий, кото-

рое стимулирует их экстенсивное развитие, можно прогнозировать и последствия феномена «Удара бумеранга».

Основные направления проводимых исследований заключаются в следующем: построение кривой Гартнера и определение места компьютерных технологий на ней в определенное время (как правило, настоящее). Основная сложность заключается в реализации первого направления (в основном применяются эмпирические методы синтеза кривой Гартнера [20, 21]), т. е. осуществление структурно-параметрической идентификации функции кривой Гартнера, фиксируя информацию на любом участке кривой, не обладая при этом информацией о временном характере участка. Решение данной задачи позволило бы имитационно анализировать и прогнозировать характеристики цифровой экологии человека.

Например, в [22] предлагается кривую Гартнера аппроксимировать полиномом 4-й степени, в [23, 24] – 9-й, 11-й, 12-й и даже 13-й (выбор степени в работах не объясняется). По сути, предлагаемый автором подход в конечном итоге приведет к построению интерполяционного полинома Ньютона, не обладающего хорошими прогностическими характеристиками за пределами интервала интерполяции. Следует отметить, что при применении полинома выше девятой степени возрастает вероятность резкого снижения прогностического качества при малых обучающих выборках из-за существенного уменьшения степеней свободы статистических оценок. Возможно, что данный показатель определялся максимальной величиной степени аппроксимирующего полинома, используемого автором программного средства (например, в базовой версии Exell – это число 6, в ряде версий Statistica – 9).

В [24, 25] на основании анализа более 50 публикаций делают вывод о возможности получения функций, описывающих поведение кривой Гартнера, путем сборки (кусочно-нелинейной аппроксимации) функций $\exp(k \cdot x)$ и $\exp(k_1 \cdot \exp(k_1 \cdot x))$. Несмотря на приемлемую адекватность результирующей функции внутри интервала интерполяции, ее прогностические возможности (экстраполяция) не высоки. В «точках переключения» кусочно-нелинейной аппроксимации часто возникали ошибки первого и второго рода, существенно осложняя исследование функции классическими методами математического анализа. Кроме того, в приведенных авторами формулах не учитывается волновой фактор развития компьютерных технологий (например, циклы Китчина (от 2 до 4 лет) и Жунглера (7-12 лет) [9, 25, 26]).

В связи с этим возникает гипотеза: кибернетическая модель социума может быть представлена в виде «черного ящика», звена автономной управляющей системы, характеризующегося уравнением динамики:

$$A \frac{dx(t)^2}{dt^2} + B \frac{dx(t)}{dt} + C \cdot x(t) = F(s, t), \quad (1)$$

где t – время; A, B, C – параметры, определяющие переходный процесс, $x(t)$ – анализируемый показатель функционирования СТЛ, $F(s, t)$ – порождающий функционал, определяющий характер переходного процесса в зависимости от времени и состояния системы s .

В теории автоматического управления рассматриваются различные варианты функционала $F(s, t)$, не учитывающие возможные изменения s в процессе функционирования СТЛ и с семантической точки зрения имеющие следующие аналоги в социальной психологии и философии, например: «Черный лебедь» – функция Хевисайда, «Удар бумеранга», «Молния», «Инсайт», – дельта функции Дирака, «Серый лебедь» – прогнозируемый в результате присутствия обратной связи в системе феномен «Черного лебедя», «Развитие по спирали», «Ритмологические каскады» – гармоническое свободное или амплитудно-частотно-модулируемое, затухающее или усиливающее по степенному закону воздействие (включая меандры), «Комета» – «удар с хвостом» – затухающая экспонента, «Резонанс» – возрастающая экспонента и т. п.

Факт адекватного моделирования поведения социальной динамики второй степени отмечается в работе [27]. Заметим, что в этом случае реакция СТЛ характеризуется тремя параметрами уравнения динамик, отражая, возможно, трехмерность бытия человеческого.

В настоящее время Человечество сталкивается с двумя основными экспансиями (приведшими, возможно, его развитие в точку бифуркации):

– цифровая, вызванная интенсивным развитием во всех социальных практиках информационно-компьютерных технологий искусственного интеллекта;

– биологическая, обусловленная различными вирусными атаками и инфекциями, в том числе и распространением и коэволюцией в настоящее время вируса Sars-Cov-2 (вызывает заболевание COVID 19).

Поскольку СТЛ и воздействующий на него умвельт обладают, с одной стороны, явно выраженными синергетическими свойствами [28], а с другой стороны, требуется быстрое формирование корректирующих и управляющих решений в условиях начальной неопределенности и слабоструктурированной информации, то наиболее адекватным представляется применять самоорганизационные алгоритмы, позволяющие получать адекватные модели в данных условиях (например, основывающиеся на методе группового учета аргументов МГУА) [22].

Таким образом, целью настоящего исследования является разработка и исследование результатов применения самоорганизационного алгоритма пилотного моделирования реакции социотехнического ландшафта на внезапные техногенные и биологические воздействия умвельта.

Поскольку СТЛ является живой и открытой системой [9], то можно гипотетически предположить, что реакция в конечном итоге приводит к определенному аттрактору существования СТЛ, наиболее адаптивному для реализации своей целевой функции – улучшения жизнеобеспечения своего «потомства» (оптимизации аутопоэзиса) в новой реальности.

Сравнение моделей реакции социума позволит спрогнозировать не только характер экспансии, но и развитие социотехнического ландшафта. То есть демпфировать отрицательные последствия феноменов «Удар бумеранга» и «Черный лебедь», развивать положительные. Например, используя экспансию цифровой реальности, усилить моральные возможности социума, экспансию вирусной атаки использовать для оптимальной адаптации и перестройки структуры социума (межличностных отношений в нем, применяемых цифровых технологий в различных социальных практиках).

Повышение адекватности идентификации моделей кривых Гартнера и реакции социума на экспансию со стороны окружающей среды позволит проектировать и эксплуатировать экспертные системы предикативной оценки напряженности в развитии определенных социотехнических ландшафтов.

Материалы и методы

Будем рассматривать определенный таксон социо-технического ландшафта в виде «черного ящика». В результате феномена «Удар бумеранга» (или любого иного) оказывается непредсказуемое на СТЛ воздействие, реакцию на которое – переходный процесс определенных показателей развития СТЛ, требуется оценить и предсказать.

Первый вопрос – это выявление порождающей причины и динамики ее воздействия. В данном случае предлагается причины классифицировать как:

1. «Известие» – целенаправленное сформулированное информационное воздействие (характерное для гибридных и информационных войн [30]).

2. Неизвестное спонтанное воздействие («Черный лебедь») – экспансия, длительное воздействие которой приводит коэволюцию СТЛ к «точке бифуркации», в некоторую ограниченную в пространстве и времени область, в которой возникают флуктуации возможных процессов развития СТЛ через определенное «время жизни» бифуркации.

3. Неизвестная, синергетическая причина.

В рамках реализации цели исследования рассматриваются два типа феномена «Удар бумеранга»: цифровой и биологический. Согласно Гартнеру [23], цифровая экспансия может быть представлена кривыми, отражающими ожидания в использовании социальными практиками определенных цифровых технологий в средствах массовой информации. В целях использования более доказательной информации было принято решение в качестве эмпирических данных использовать наиболее представительную индексруемую ба-

зу наукоемких публикаций Google Scholar. (Выполненный ранее контент анализ показал статистически значимую корреляцию ($p < 0,01$) между количествами публикаций за одинаковые промежутками времени по определенным ключевым словам в различных индексируемых базах – WoS, Google Scholar, Scopus, Elaibrary [9]) В частности, рассматривались временные тренды, характеризующие динамику:

- количества публикаций для социальной практики «Медицина» и цифровых технологий: «информационные технологии», «искусственный интеллект», «Big Data», за время 2000-2019 годы в России и в мире (ежегодный мониторинг начиная с 2000 года) (SPmDTtype, где type – тип технологии);

- количества публикаций и вовлеченности ученых и практиков, посвященных проблеме распространения COVID 19, по данным понедельного мониторинга начиная с 1 декабря по 7 июня 2020 года [31] (CovPub);

- ежедневного распространения заболеваемости в России, Узбекистане и Великобритании с начала марта по конец мая 2020 года (CovRus, CovUzb, CovGB) [32].

Пилотное моделирование осуществлялось исходя из следующих положений:

1. Синергетическая система управления СТЛ в реальных условиях функционирует с весьма ограниченной информацией, регистрируемой в процессе явного или латентного мониторинга.

2. Поскольку СТЛ является живой системой, то ее эволюция основывается на принципе принятия решения с учетом прошлого, текущего (настоящего) и будущего (автопрогноза). (Интересен факт, прослушивая музыку или песню, человек ощущает счастье, если мелодия или текст совпадают с его прогнозом и соответствуют внутреннему состоянию [33].

Применяя принцип аналогий и распространяя методологию марковских процессов, в работе осуществлялась структурно-параметрическая идентификация зависимости:

$$S(t) = F(S(t - \tau_1), S(t + \tau_2), t - \tau_1, t, t + \tau_2), \quad (1)$$

где t – время, $S(t)$, $S(t - \tau_1)$, $S(t + \tau_2)$ – состояние системы в момент времени t , $t - \tau_1$, $t + \tau_2$.

Затем для осуществления прогноза из (1) выделялся функционал $S(t + \tau_2)$, на основании которого идентифицировалась прогностическая функция:

$$S(t + \tau_3) = F(S(t - \tau_1), S(t), t - \tau_1, t, t + \tau_3). \quad (2)$$

Назовем модель, описываемую (1), (2), симметричной ретроспективно-прогностической первого порядка (под порядком понимается количество

временных сдвигов в прошлом и будущем) - symmetric retrospective and predictive a first order (SRP1).

В общем случае значения временных слэгов могут быть как равны, так и не равны между собой, например: $\tau_1 \neq \tau_2 \neq \tau_3$. В предлагаемом исследовании $\tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = 1$.

Заметим, что величины временных слэгов оптимальнее выбирать на основе спектрального или автокорреляционного анализа или иных методов выделения несущих и модулируемых частот. Однако при мониторинге социальных систем это затруднительно. Поэтому был выбран метод группового учета аргументов [29]. Алгоритмы метода обладают синергетическими свойствами и позволяют осуществлять структурно-параметрическую идентификацию на небольших объемах обучающей выборки. Применяемые нами программные средства [35] позволяют строить модели, аппроксимирующие полиномы Колмогорова–Габора и термы с некратными гармониками (в отличие от спектра Фурье). Данный подход принципиально отличается от классического, часто применяемого при идентификации предикативных функций – так называемая линейная или нелинейная фильтрации [33], когда прогностическая функция идентифицируется на основе текущего и прошлого состояний:

$$S(t + \tau_2) = F(S(t - \tau_1), S(t), t - \tau_1, t, t + \tau_2). \quad (3)$$

Таким образом, предлагаемая методология позволяет оценить реакцию системы на воздействие, рассматривая СТЛ как «живое существо», которое принимает решение о своем действии на основании текущего состояния, прошлого опыта и «случившегося» будущего (произошедшего на основе принятого ранее решения и возникших в будущем обстоятельств).

3. В процессе мониторинга управляющая система или ЛПР (лицо, принимающее решение) с большой долей вероятности не обладают точной информацией, на каком участке кривой Гартнера (или иного переходного процесса) регистрируются значения. Чем ближе мониторинг к началу и меньше время регистрации, тем больше неопределенность и значительнее риск принятия неправильного, неадекватного решения.

В качестве фактологического материала использовались:

– для оценки реакции СТЛ на экспансию цифровой реальности (по сути – кривые Гартнера) анализировались результаты ежегодного мониторинга публикаций, представленных в базе Google Scholar, начиная с 2000 года по настоящее время;

– для оценки реакции СТЛ как биологического объекта анализировались результаты ежедневного мониторинга распространения COVID-19 среди населения России (Москва), Узбекистана и Великобритании. Выбор

стран обуславливался существенными различиями, а именно: Великобритания – островное государство, Москва и Узбекистан – представители континентальных стран; плотности населения на порядки отличаются: Москва – 9600 чел./км², Узбекистан – 73 чел./км², Великобритания – 270 чел./км² [36].

Идентифицировались и анализировались следующие модели (в скобках указаны условные обозначения):

– полиномиальная зависимость от времени: парабола, четвертая и шестая степени (Pol2, Pol4, Pol6);

– экспоненциальная (Exp);

– экспоненциально-гармоническая, характерная для переходного процесса колебательного звена (ExpGarm):

$$x(t) = C_0 + \Sigma(C_1 \cdot \exp(k_i \cdot t) \cdot \sin(w_i \cdot t + \phi_i)); \quad (4)$$

– экспоненциально-гармоническая абсолютная, характерная для переходного процесса колебательного звена (ExpGarmA):

$$x(t) = C_0 + \Sigma(C_1 \cdot \exp(k_i \cdot t) / \sin(w_i \cdot t + \phi_i)); \quad (5)$$

– колокольно-гармоническая (Exp2Garm):

$$x(t) = C_0 + \Sigma(C_1 \cdot \exp(k_i \cdot t^2) \cdot \sin(w_i \cdot t + \phi_i)); \quad (6)$$

– колокольно-гармоническая абсолютная (Exp2GarmA):

$$x(t) = C_0 + \Sigma(C_1 \cdot \exp(k_i \cdot t^2) / \sin(w_i \cdot t + \phi_i)); \quad (7)$$

– параметры уравнения динамики, записанного в операторной формуле:

$$T^2 p + 2sTp + 1 = 0, \quad (8)$$

что позволяет представлять СТЛ в виде кибернетического «черного ящика» с соответствующей передаточной функцией, реакция которой на импульсное воздействие моделирует реакцию воздействия на «Удар бумеранга» (EqDim);

– SRP1 (формула (2)).

Полученные в процессе мониторинга данные разделялись на две подвыборки – обучающая и экзаменационная. На первой осуществлялась структурно-параметрическая идентификация моделей; на второй осуществлялся контроль качества построенных моделей. Качество моделирования оценивалось по значению критерия детерминации R² [37].

Для пилотного моделирования реакции СТЛ на воздействия умвельта (и-или умгебунга) предлагается следующий самоорганизационный алгоритм.

П1. Определяется анализируемый индикаторный показатель, отражающий реакцию СТЛ, IPR.

П2. Определяется область регистрации IPR (пространство, время, минимальный объем множества значений, шкала IPR).

П3. Модельером-исследователем (экспертом) осуществляется визуальный анализ динамики исследуемого показателя на достаточную вариативность и отсутствие артефактов и «разрывов» для дальнейшего анализа. В зависимости от сделанных выводов принимается одно из решений: «возврат к П1», «возврат к П2», «переход к П4» (структурно-параметрической идентификации моделей), «прекращение исследований».

П4. По результатам исследования и мониторингования формируется множество значений IPR_N , которое разделяется на два подмножества – обучающую $IPR_{u_{N1}}$ и экзаменационную $IPR_{e_{N2}}$ подвыборки: $N1 + N2 \leq N$, $IPR_{u_{N1}} \cup IPR_{e_{N2}} = IPR_N$. (По рекомендациям [38] соблюдается принцип «золотого сечения»: $N2/N1 = N1/N$ и допускается, что $IPR_{u_{N1}} \cap IPR_{e_{N2}} \neq \emptyset$). Разделение осуществляется путем рандомизации с обеспечением взаимной репрезентативности законов распределения. Множество IPR_N включает в себя три вектора: $x(t)$, $dx(t)$ и $sx(t)$, где $x(t)$ – фиксируемое значение показателя IPR, $dx(t)$ – абсолютное изменение показателя $dx(t+1) = x(t+1) - x(t)$, $sx(t)$ – относительное изменение $sx(t+1) = dx(t+1)/x(t)$.

П5. На обучающей подвыборке $IPR_{u_{N1}}$ идентифицируются модели: Pol2, Pol4, Pol6, Exp, ExpGarm, ExpGarmA, Exp2Garm, Exp2GarmA, EqDim, SRP1.

П6. На экзаменационной подвыборке $IPR_{u_{N1}}$ для каждой из идентифицированных моделей оценивается значение критерия детерминации R^2 .

П7. По уровню превышения значения критерия детерминации определенного порога и-или привлечения мнений экспертов оценивается приемлемость применения моделей для анализа и прогнозирования. В случае неудовлетворительного результата осуществляется переход к п. 3. В случае положительного результата переходим к п. 7 – описание модели.

П8. Формируется кортеж наиболее приемлемых моделей (по мере убывания критерия детерминации, полученного на полном множестве IPR_N).

П9. По полученным моделям осуществляются математический, логический, гносеологический и информационный анализы реакции (при необходимости осуществляя прогнозирование различного упреждения).

П10. Формируется гипотеза о структуре универсальной, конвергентной модели, для которой идентифицированные модели являются частным случаем. (Данный этап осуществляется с целью создания методологической базы «универсального моделирования» и выполняется в случае необходимости.) Заметим, что поскольку полученные модели в конечном итоге можно заменить некоторыми символами, то, используя методологию генетических алго-

ритмов, представляется возможным получить наиболее адекватную конвергентную модель.

Саморганизационные принципы заключается в следующем: на обучающих и экзаменационных подвыборках используются разные критерии; во время структурно-параметрической идентификации (П.5 алгоритма) применяется программное обеспечение, поддерживающее функционирование МГУА-алгоритмов; по мере поступления новой информации осуществляется сравнение прогноза и «новой реальности», на основании чего адаптируются параметры полученных моделей или осуществляется повторное применение алгоритма.

Результаты

В качестве анализируемых показателей реакции СТЛ на «Феномен бумеранга» выбраны: «заинтересованность» в кластере «Медицина – цифровые технологии», публикации по тематике COVID 19, развития пандемии COVID 19 в России (Москва), Узбекистане и Великобритании. Таким образом, согласно П1 моделирования динамики реакции СТЛ (порождающие кривые Гартнера) на цифровой и биологический «бумеранги» сформированы показатели IPR: SPmAIw (искусственный интеллект в Мире медицине), CovRus, CovGB, CovUz, CovPub – временные тренды объемами: для кривых Гартнера – 20 значений (ежегодный мониторинг публикаций в Google Scholar с 2000 по 2019 годы), для интересов по проблематике распространения COVID-19 – 27 значений понедельного мониторингования публикаций в мире, для распространения заболеваемости в России (Москва) – ежедневных заражений за 65 дней, в Узбекистане – за 58 дней и в Великобритании – за 75 дней.

Для того чтобы определить необходимость и возможность проведения дальнейших исследований согласно ПЗ предлагаемого алгоритма осуществляем визуальный анализ. Например, применяя метод социотехнического ландшафтного моделирования, был получен фрагмент СТЛ, представленный на рисунке [9].

На рисунке приведен фрагмент темпоральной наблюдаемости СТЛ по социальной практике «медицина» в цифровых технологиях «Искусственный интеллект», «Информационные технологии» и «Big data» за 2019 год, динамика публикаций по «цифровой медицине» (слева) за 2000–2019 годы, динамика публикаций по цифровым технологиям (вверху) и динамика публикаций по совместным публикациям «практика-технология» (тонкой линией показан прогноз на два года). Показатели D_s и S_d отражают реализуемость в социальной практике i цифровой технологии j ($Sd_{i,j}$) и востребованность цифровой технологии j социальной практикой i ($Ds_{i,j}$), рассчитываются по методике, представленной в [9].

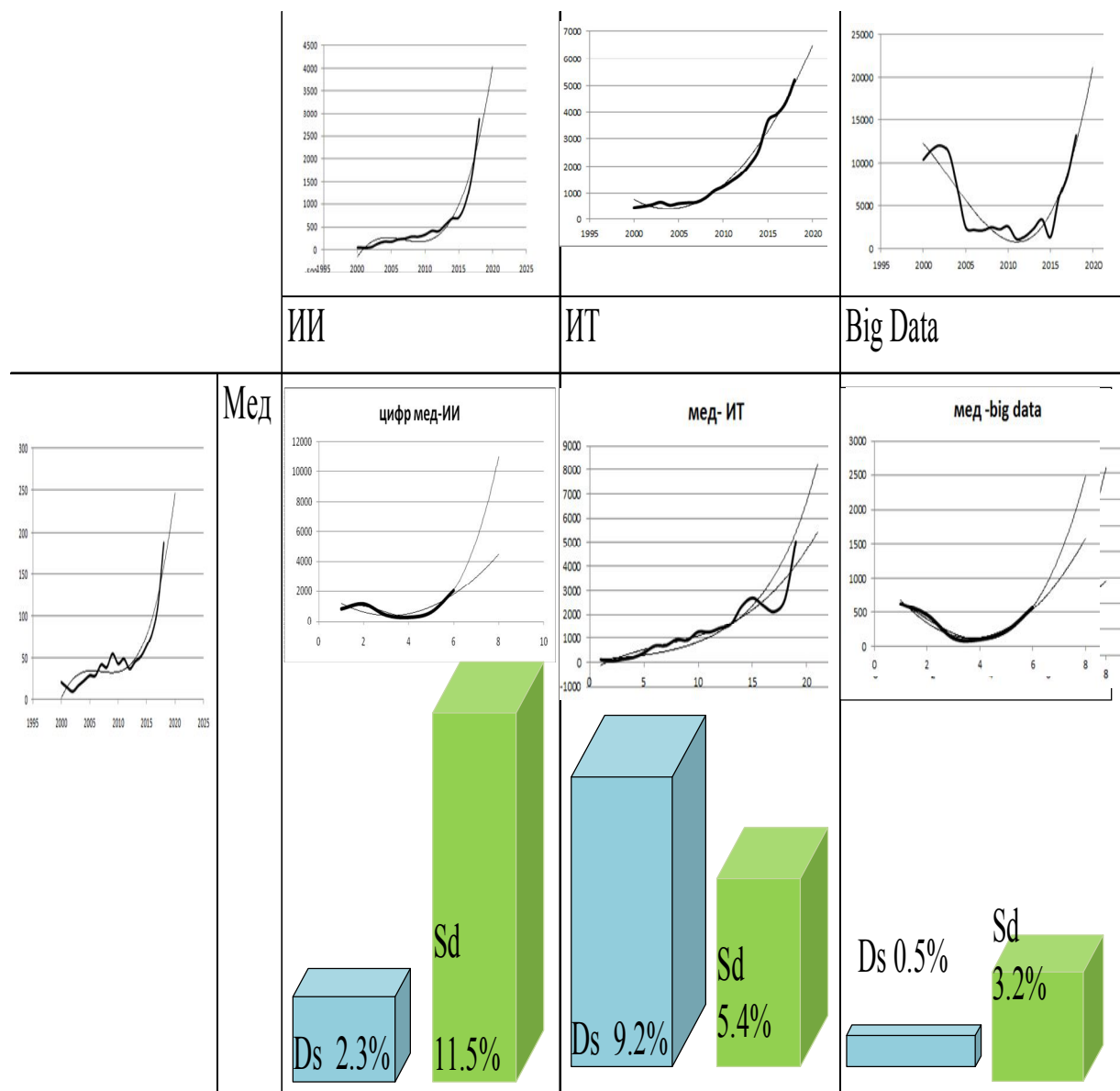
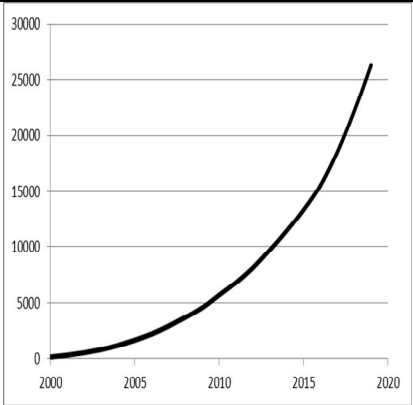
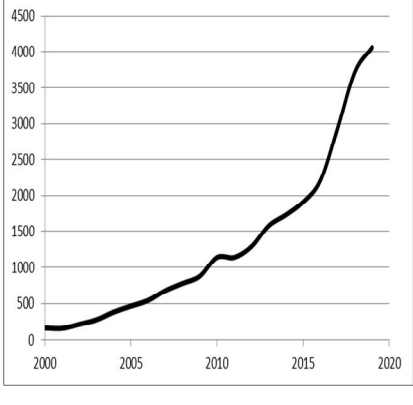
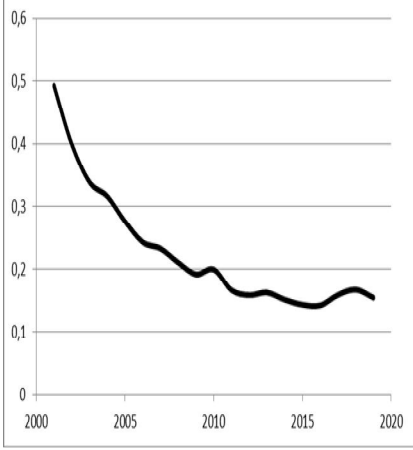


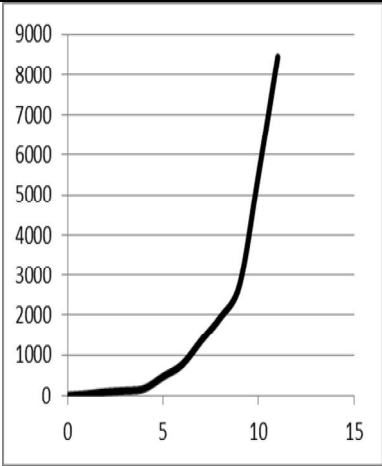
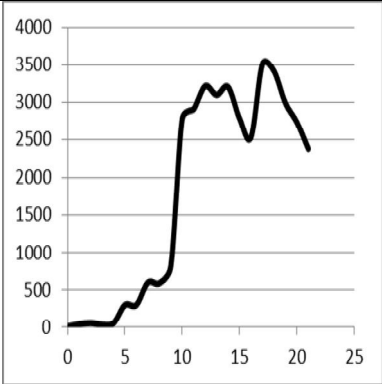
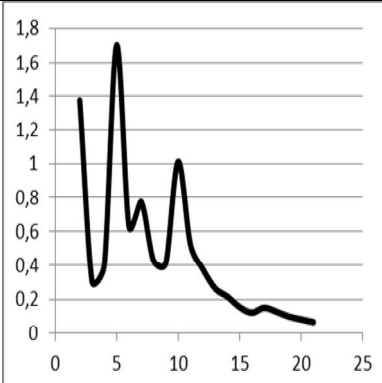
Рис. Показатели реакции СТЛ на цифровую экспансию по социальной практике «медицина» (фрагмент)

Поведение анализируемых показателей приведено на графиках в первом столбце таблицы. На основе визуального наблюдения констатируем достаточную вариативность во времени и возможной принадлежности будущих моделей ко множеству, рассматриваемых в алгоритме. Принимаем решение о переходе к П4 алгоритма. Результаты структурно-параметрической идентификации моделей и проверки адекватности на экзаменационной выборке представлены в таблице.

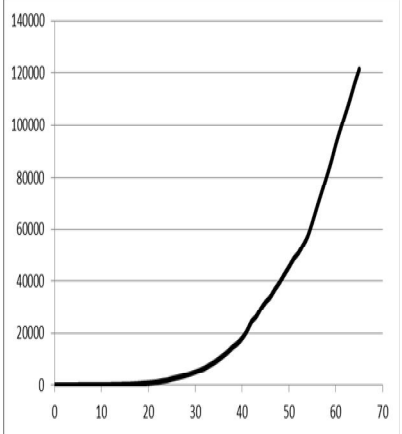
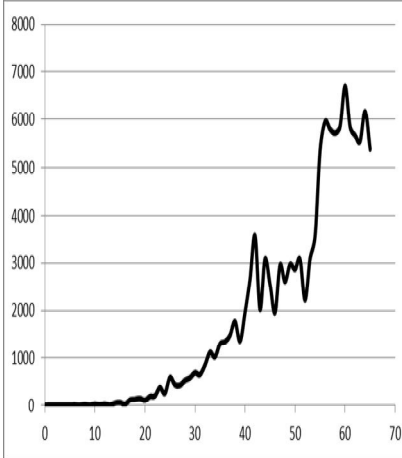
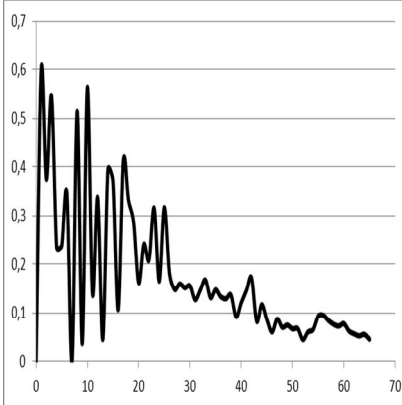
Результаты моделирования феномена «Удар бумеранга»

SPmAIw				
Temporal trend x	Pol2,4,6	Exp	SRP1	expGarm
	$R^2_2=0,99$ $R^2_4=0,9998$ $R^2_6=0,9999$	$R^2=0,995$ $k=0,23$	$R^2=0,999$	$R^2=0,99$ $k=0,23$ $w=0,11$ $P=57\text{ year}$ $\varphi=0,06$
	ExpGarmA	Exp2 Garm	Exp2 GarmA	EqDim
	$R^2=0,995$ $k=0,23$ $w=0,11$ $\varphi=0,03$ $P=28\text{ year}$	$R^2=0,01$ $k=0,01$ $w=0,27$ $(P=23\text{ year})$ $\varphi=4,6$	$R^2=0,1$ $k=0,01$ $w=0,27$ $\varphi=0$ $P=28\text{ year}$	$R^2=0,9$ $T=3,53$ $s=-1,224$ $k=0,08$ $w=0$
Temporal trend dx	Pol2,4,6	Exp	SRP1	expGarm
	$R^2_2=0,97$ $R^2_4=0,99$ $R^2_6=0,995$	$R^2=0,986$ $k=0,165$	$R^2=0,999$	$R^2=0,75$ $k=0,165$ $w=0,65$ $P=9,7\text{ year}$ $\varphi=0,56$
	ExpGarmA	Exp2 Garm	Exp2 GarmA	EqDim
	$R^2=0,75$ $k=0,165$ $w=0,65$ $\varphi=0,56$ $P=5\text{ year}$	$R^2=0,7$ $k=0,008$ $w=0,41$ $(P=15\text{ year})$ $\varphi=3,7$	$R^2=0,84$ $k=0,008$ $w=0,41$ $\varphi=3,7$ $P=5\text{ year}$	$R^2=0,76$ $T=2,24$ $s=-1,33$ $k=0,596$ $w - \text{not}$
Temporal trend sx	Pol2,4,6	Exp	SRP1	expGarm
	$R^2_2=0,97$ $R^2_4=0,99$ $R^2_6=0,995$	$R^2=0,84$ $k=-0,06$	$R^2=0,98$	$R^2=0,07$ $k=-0,06$ $w=0,51$ $P=12\text{ year}$ $\varphi=2,4$
	ExpGarmA	Exp2 Garm	Exp2 GarmA	EqDim
	$R^2=0,08$ $k=-0,06$ $w=0,51$ $\varphi=2,4$	$R^2=0,01$ $k=-0,00256$ $w - \text{not}$	$R^2=0,01$ $k=-$ $0,00256$ $w - \text{not}$	$R^2=0,73$ $T=0,864$ $s=-0,78$ $k=-0,902$ $w=0,73$ $P=9\text{ year}$ $\varphi=-0,89$

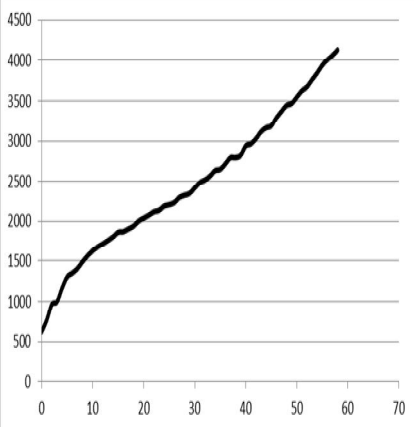
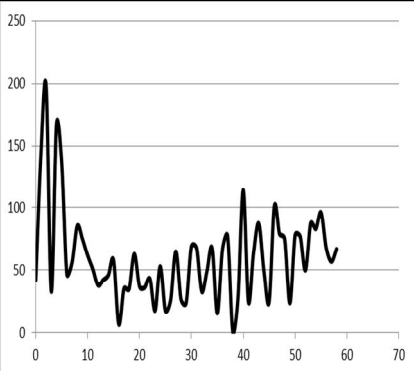
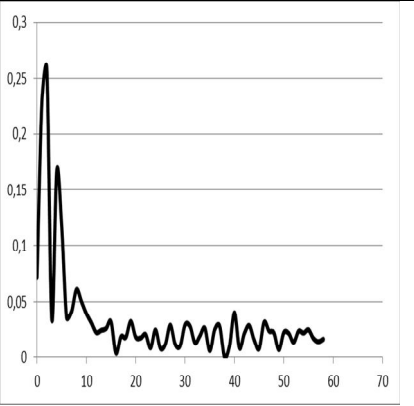
Продолжение табл.

CovPub				
Temporal trend x	Pol2,4,6	Exp	SRP1	<i>expGarm</i>
	$R^2_2=0,99$ $R^2_4=0,9998$ $R^2_6=0,9999$	$R^2=0,995$ $k=0,23$	$R^2=0,98$	$R^2=0,15$ $k=0,38$ $w=0,52$ $P=12\text{ weeks}$ $\varphi=0,48$
	<i>ExpGarmA</i>	Exp2 Garm	Exp2 GarmA	EqDim
	$R^2=0,18$ $k=0,38$ $w=0,52$ $\varphi=0,48$ $P=6\text{ weeks}$	There is no model	There is no model	$R^2=0,69$ $T=0,403$ $s=-0,112$ $k=0,27$ $w=2,46$ $P=14\text{ weeks}$ $\varphi=0,11$
Temporal trend dx	Pol2,4,6	Exp	SRP1	<i>expGarm</i>
	$R^2_2=0,8$ $R^2_4=0,91$ $R^2_6=0,99$	$R^2=0,76$ $k=0,27$	$R^2=0,93$	$R^2=0,26$ $k=0,268$ $w=0,44$ $P=14\text{ weeks}$ $\varphi=5,5$
	<i>ExpGarmA</i>	Exp2 Garm	Exp2 GarmA	EqDim
	$R^2=0,17$ $k=0,268$ $w=0,44$ $\varphi=5,5$ $P=7\text{ weeks}$	There is no model	There is no model	$R^2=0,01$ $T=0,1$ $s=2,62$ $k=-26$ $w=0$
Temporal trend sx	Pol2,4,6	Exp	SRP1	<i>expGarm</i>
	$R^2_2=0,49$ $R^2_4=0,5$ $R^2_6=0,549$	$R^2=0,74$ $k=-0,05$	$R^2=0,06$	$R^2=0,45$ $k=-0,05$ $w=1,1$ $P=6\text{ weeks}$ $\varphi=6,1$
	<i>ExpGarmA</i>	Exp2 Garm	Exp2 GarmA	EqDim
	$R^2=0,98$ $k=-0,05$ $w=1,1$ $\varphi=6,1$ $P=3\text{ weeks}$	There is no model	There is no model	$R^2=0,1$ $T=0,049$ $s=5,32$ $k=-109$ $w=0$

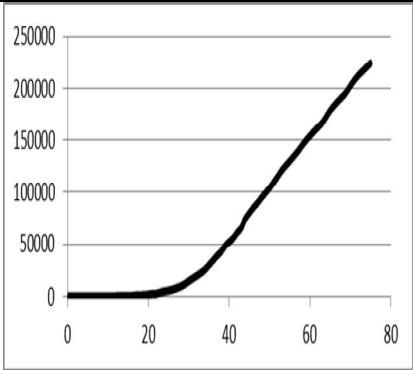
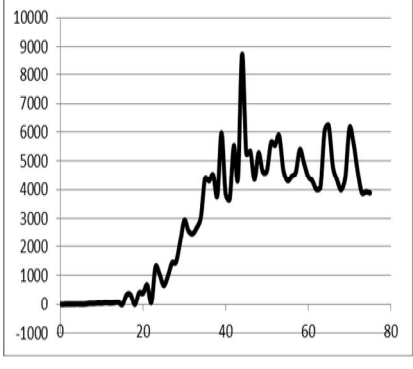
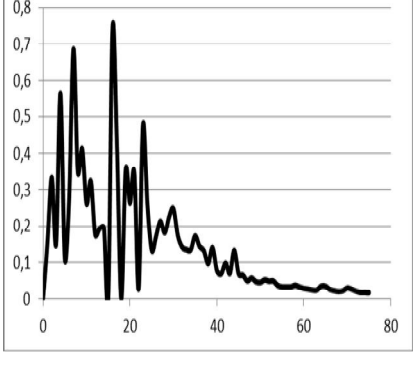
Продолжение табл.

CovRus (Moscov)				
Temporal trend x	Pol2,4,6	Exp	SRP1	expGarm
	$R^2_2=0,98$ $R^2_4=0,999$ $R^2_6=0,9999$	$R^2=0,95$ $k=0,15$	$R^2=0,999$	$R^2= 0,02$ $k= 0,15$ $w=0,29$ $P=27 \text{ days}$ $\varphi=0.62$
	ExpGarmA	Exp2 Garm	Exp2 GarmA	EqDim
	$R^2=0.7$ $k= 0.15$ $w=0.29$ $\varphi=0.62$ $P=14 \text{ days}$	$R^2=0.05$ $k= 0.0,05$ $w=0,39$ $P=16 \text{ days}$ $\varphi=2,32$	$R^2=0.07$ $k= 0.0,05$ $w=0,39$ $\varphi=2,32$ $P=14 \text{ days}$	$R^2= 0.1$ $T=29,3$ $s= -2,62$ $k=0.089$ $w=0$
Temporal trend dx	Pol2,4,6	Exp	SRP1	expGarm
	$R^2_2=0,94$ $R^2_4=0,94$ $R^2_6=0,95$	$R^2=0,03$ $k=0,124$	$R^2=0,5$	$R^2= 0,03$ $k= 0,124$ $w=0,84$ $P=7.5 \text{ days}$ $\varphi=3.66$
	ExpGarmA	Exp2 Garm	Exp2 GarmA	EqDim
	$R^2= 0,58$ $k= 0,124$ $w=0,84$ $\varphi=3.66$ $P=4 \text{ days}$	$R^2= 0,3$ $k= 0,0016$ $w=0,84$ $\varphi=3.66$	$R^2= 0,5$ $k= 0,124$ $w=0,84$ $\varphi=3.66$ $P=4 \text{ days}$	$R^2= 0.05$ $T=15.6$ $s= -9.94$ $k=0.64$ $w =0$
Temporal trend sx	Pol2,4,6	Exp	SRP1	expGarm
	$R^2_2=0,51$ $R^2_4=0,52$ $R^2_6=0,57$	$R^2=0,21$ $k=-0.03$	$R^2=0,96$	$R^2= 0,02$ $k= -0.03$ $w=1.12$ $P=6 \text{ days}$ $\varphi=3.7$
	ExpGarmA	Exp2 Garm	Exp2 GarmA	EqDim
	$R^2=0.21$ $k= -0.03$ $w=1.12$ $\varphi=3.7$ $P=3 \text{ days}$	$R^2= 0.01$ $k= -0.0004$ $w=0.89$ $P=7 \text{ days}$ $\varphi=1.15$	$R^2=0.08$ $k=-.0004$ $w=0.89$ $\varphi=1.15$ $P=3 \text{ days}$	$R^2= 0.13$ $T=1.74$ $s= 1.73$ $k= -0.995$ $w=0$

Продолжение табл.

CovUz				
Temporal trend x	Pol2,4,6	Exp	SRP1	expGarm
	$R^2_2=0,9$ $R^2_4=0,999$ $R^2_6=0,9995$	$R^2=0,94$ $k=0,0235$	$R^2=0,999$	$R^2=0,05$ $k=0,0235$ $w=0,21$ $P=30\text{ days}$ $\varphi=0.62$
	ExpGarmA	Exp2 Garm	Exp2 GarmA	EqDim
	$R^2=0,05$ $k=0,0235$ $w=0,21$ $\varphi=0.62$ $P=15\text{ days}$	$R^2=0,16$ $k=0,0235$ $w=0,21$ $\varphi=0.62$	$R^2=0,05$ $k=0,0004$ $w=0,21$ $P=15\text{ days}$ $\varphi=0.62$	$R^2=0,01$ $T=1,673$ $s=0,445$ $k=-0,267$ $w=0,54$ $P=12\text{ days}$ $\varphi=0.62$
Temporal trend dx	Pol2,4,6	Exp	SRP1	expGarm
	$R^2_2=0,25$ $R^2_4=0,32$ $R^2_6=0,37$	$R^2=0,21$ $k=0,01$	$R^2=0,07$	$R^2=0,004$ $k=0,01$ $w=1,01$ $P=6\text{ days}$ $\varphi=3.04$
	ExpGarmA	Exp2Garm	Exp2GarmA	EqDim
	$R^2=0,004$ $k=0,01$ $w=1,01$ $P=3\text{ days}$ $\varphi=3.04$	$R^2=0,04$ $k=0,01$ $w=1,04$ $\varphi=3.04$	$R^2=0,002$ $k=0,01$ $w=1,04$ $P=3\text{ days}$ $\varphi=3.04$	$R^2=0,45$ $T=1,146$ $s=10,3$ $k=-0,902$ $w=0$
Temporal trend sx	Pol2,4,6	Exp	SRP1	expGarm
	$R^2_2=0,99$ $R^2_4=0,999$ $R^2_6=0,9995$	$R^2=0,94$ $k=-0.0258$	$R^2=0,47$	$R^2=0,02$ $k=-0.0258$ $w=1.01$ $P=6\text{ days}$ $\varphi=3.7$
	ExpGarmA	Exp2Garm	Exp2GarmA	EqDim
	$R^2=0,21$ $k=-0.0258$ $w=1.01$ $w=1,04$ $P=3\text{ days}$ $\varphi=3.7$	$R^2=0,04$ $k=-0.003$ $w=1.76$ $\varphi=4,247$	$R^2=0,06$ $k=-0.003$ $w=1.76$ $P=2\text{ days}$ $\varphi=4,247$	$R^2=0,999$ $T=1.5$ $s=1.2$ $k=-0.785$ $w=0$

Окончание табл.

CovGb				
Temporal trend x	Pol2,4,6	Exp	SRP1	<i>expGarm</i>
	$R^2_2=0,991$ $R^2_4=0,998$ $R^2_6=0,9998$	$R^2=0,88$ $k=0,124$	$R^2=0,999$	$R^2= 0,07$ $k= 0,124$ $w=0,25$ $P=26 \text{ days}$ $\varphi=1.4$
	ExpGarmA	Exp2Garm	Exp2Garm A	EqDim
	$R^2= 0,19$ $k= 0,124$ $w=0,25$ $\varphi=1.4$ $P=13 \text{ days}$	$R^2= 0,1$ $k= 0,0014$ $w=0,19$ $P=3 \text{ days}$ $\varphi=0.08$	$R^2= 0,16$ $k=0,0014$ $w=0,19$ $P=2 \text{ days}$ $\varphi=0.62$	$R^2= 0,81$ $T=18.2$ $s= -1.54$ $k=0,085$ $w=0$
Temporal trend dx	Pol2,4,6	Exp	SRP1	<i>expGarm</i>
	$R^2_2=0,79$ $R^2_4=0,885$ $R^2_6=0,91$	$R^2=0,4$ $k=0,092$	$R^2=0,87$	$R^2= 0,02$ $k= 0,0092$ $w=0.96$ $P=6.5 \text{ days}$ $\varphi=3.36$
	ExpGarmA	Exp2Garm	Exp2Garm A	EqDim
	$R^2= 0,018$ $k=0,092$ $w=0.96$ $P=4 \text{ days}$ $\varphi=3.36$	$R^2= 0,004$ $k= 0,001$ $w=0.9$ $\varphi=3.23$ $P=7 \text{ days}$	$R^2=0,012$ $k= 0,001$ $w=0.94$ $P=3 \text{ days}$ $\varphi=2.7$	$R^2= 0.57$ $T=3.81$ $s= 2.78$ $k=-0,73$ $w =0$
Temporal trend sx	Pol2,4,6	Exp	SRP1	<i>expGarm</i>
	$R^2_2=0,61$ $R^2_4=0,62$ $R^2_6=0,69$	$R^2=0,45$ $k=0.034$	$R^2=0,21$	$R^2= 0,02$ $k=0.034$ $w=1.07$ $P=6 \text{ days}$ $\varphi=1.57$
	ExpGarmA	Exp2Garm	Exp2Garm A	EqDim
	$R^2= 0,28$ $K=0.034$ $w=1.07$ $P=3 \text{ days}$ $\varphi=1.57$	$R^2= 0,02$ $k=-0.0004$ $w=2.11$ $P=3 \text{ days}$ $\varphi=1.57$	$R^2= 0,02$ $k=-.0004$ $w=2.11$ $P=2 \text{ days}$ $\varphi=1.57$	$R^2= 0.2$ $T=1.53$ $s= 1.32$ $k= -0.85$ $w=0$

Курсивом в таблице выделены статистически незначимые модели ($p > 0.01$).

В таблице: R^2_2, R^2_4, R^2_6 – коэффициенты детерминации для аппроксимирующих полиномов 2-й, 4-й и 6-й степеней соответственно; k – степень экспоненты $\exp(kt)$; P – период; w и φ – частота и фаза, параметры моделей (4)-(7); T, s – параметры модели (8); SPR1 представлялось в виде первого приближения модели (2) в виде $S(t+1) = F(S(t-1), S(t))$ (F – линейная функция двух аргументов). Пороговые значения коэффициентов детерминации определены на уровне статистической значимости $p < 0.01$ и составили соответственно: для кривых Гартнера $R^2_{por} = 0.43$, для публикаций по проблематике COVID 19 $R^2_{por} = 0.28$, для распространения заболевания – $R^2_{por} = 0.08$.

Анализ результатов пилотного исследования позволяет сделать выводы.

1. Требуемому уровню адекватности ($p \leq 0.01$) соответствует 115 из 150 моделей (77%): для моделей SPmAIw – 98%, CovPub, CovUz – 67%, CovRus – 80%, CovGb – 74%. Таким образом, представленный алгоритм позволяет получить по различным методикам множество адекватных моделей, позволяющих для анализа и прогноза путем конвергенции получить достаточно приемлемый для дальнейшего исследования результат.

2. Наибольшей адекватностью на экзаменационных выборках обладали полиномиальные модели Pol2, Pol4, Pol6, SPR1 для «Tempotal trend x» для всех рассматриваемых показателей. Исключение для SPR1 (функция аппроксимации текущего состояния от прогнозируемых будущих и прошлых событий – формула (2)) для показателей CovRus и CovUz. В Великобритании наблюдается снижение данного показателя, но в пределах превышения порогового уровня адекватности. Это, возможно, связано со следующим. В рассматриваемом случае «сталкиваются» две биологические сущности, каждая из которых имеет свой механизм ауторегуляции – популяция людей и новый коронавирус, поведение которого очень плохо прогнозируется людьми (особенно на начальной фазе соприкосновения и с различным менталитетом, обусловленным в том числе географическим расположением стран).

3. Экспоненциальные модели «колокольного» типа ($\exp(k \cdot t^2)$) показали меньшую адекватность во всех рассматриваемых случаях, следовательно, не рекомендуются к использованию в качестве прогностических на ранних этапах анализа, поскольку в этом случае для построения моделей подобного вида не получено достаточного количества информации.

4. При анализе кривых Гартнера (процессы CovPub и SPmAIw) предпочтительнее применять модели типа EqDim (однородные дифференциальные уравнения второго порядка). Следует отметить, что им в кибернетике соответствуют передаточные функции колебательных звеньев. Это подтверждает

ются выявленными циклами в СТЛ [9, 39]. При анализе реакции СТЛ на вирусную атаку подобные модели были менее адекватны, чем остальные. Исключение составили модели ежедневного абсолютного и относительного показателей ежедневного прироста заболевших Covid19 в Узбекистане и общего числа заболевших в Великобритании. Возможно, это связано с меньшей плотностью населения, чем в России (Москва).

5. Полученные модели позволяют предположить циклические составляющие в рассматриваемых процессах:

– востребованность систем искусственного интеллекта в медицине SPmIw 9-12-28 лет;

– для научно-практических публикаций по проблемам новой коронавирусной инфекции – 3-6-12-14 недель (в первой половине 2020 года);

– для распространения заболеваний в странах: CoVRus – 7-16-27 дней, CovUz – 6-15-30 дней и CovCb – 3-6-18 дней (не противоречит выводам вирусологов [40]).

Следовательно, цикличность распространения можно оценить как (6-7) – (12-15) – (27-30) дней.

В целом для рассматриваемых процессов наиболее адекватными следуют считать не столько параболические функции, характерные для ранней стадии регистрации, сколько описываемые дифференциальными уравнениями с различными правыми частями.

В частности, для рассматриваемых показателей:

– для кривых Гартнера:

$$3,5 \frac{d^2x(t)}{dt^2} - 8,6 \frac{dx(t)}{dt} + x(t) = e^{0,23t} \cdot \sin(0,11 \cdot t + 0,03);$$

– для динамики «заинтересованности» (публикаций) по тематике COVID-19:

$$0,4 \frac{d^2x(t)}{dt^2} - 0,09 \frac{dx(t)}{dt} + x(t) = e^{0,38t} \cdot \sin(0,52 \cdot t + 0,48);$$

– по распространению COVID 19:

В России (Москва):

$$1,74 \frac{d^2(sx(t))}{dt^2} + 6 \frac{d(sx(t))}{dt} + sx(t) = e^{-0,03t} \cdot |\sin(1,12 \cdot t + 3,7)|;$$

В Великобритании:

$$18,2 \frac{d^2x(t)}{dt^2} - 56 \frac{dx(t)}{dt} + x(t) = e^{0,124t} \cdot \sin(0,25 \cdot t + 1,4);$$

В Узбекистане:

$$1,5 \frac{d^2(sx(t))}{dt^2} + 3,6 \frac{d(sx(t))}{dt} + sx(t) = e^{-0,03 \cdot t} |\sin(1,04 \cdot t + 3,7)|.$$

Это позволяет предполагать следующую универсальную модель, рассмотренные модели которой являются частным случаем:

$$a \frac{d^2 z(t)}{dt^2} - b \frac{dz(t)}{dt} + z(t) = e^{k \cdot t \cdot |\sin(\omega_1 \cdot t + \varphi_1)|} \cdot (c \cdot \sin(\omega_2 \cdot t) + d \cdot \cos(\omega_2 \cdot t)) + l \cdot t,$$

где $z(t)$ – анализируемый показатель переходного процесса реакции СТЛ на «Удар бумеранга»; $a, b, c, d, k, l, \omega_1, \omega_2, \varphi_1, \varphi_2$ – параметры модели, которые идентифицируются либо с помощью предлагаемого алгоритма. Заметим, что формула (13) отражает развитие процесса по спирали «пирамидального» или «водоворотного» в трех временах: t – «мировое время», $T1 = \omega_1 \cdot t$ – время амплитудной экспоненциальной гармонизации «подъема спирали» и $T2 = \omega_2 \cdot t$ – время цикла спирали (в общем случае соотношение параметров c и d модели (13) задают вид эллипса – «основания» спирали).

Заключение

Предлагаемый самоорганизационный алгоритм позволяет получать адекватные математические модели с небольшим объемом эмпирической информации мониторинга реакции социотехнического ландшафта на «Феномен Бумеранга», заключающего во внезапном, но предсказуемом ответе ближайшего окружения, выраженном в технической и биологической экспансии. В процессе функционирования алгоритмом осуществляется синтез и ранжирование линейных, степенных, экспоненциальных и гармонических прогностических моделей, рассматривая поведение СТЛ с кибернетических позиции. Впервые получены модели, отражающие рост заинтересованности в мире в развитии искусственного интеллекта в медицинской социальной практике, научно-практических работ в области борьбы с пандемией COVID-19, распространении заболевания, вызванного новой коронавирусной инфекцией в России, Узбекистане и Великобритании. Показано, что приемлемые результаты алгоритм позволяет получить, осуществляя структурно-пара-метрические идентификации решений однородного дифференциального уравнения второго порядка с порождающими функциями в правой части уравнения в виде сложной экспоненциально-гармонической функции (параметры функции определяются по небольшим объемам зарегистрированных данных методами группового учета аргументов).

Исследование выполнено при поддержке гранта РНФ №19-18-00504 «Социотехнические ландшафты цифровой реальности: онтологические матрицы, этико-аксиологические регулятивы, дорожные карты и информационная поддержка управленческих решений».

Reference

1. Letov O. V. Some Philosophical Problems of Biology and Medicine // Social and human sciences. Domestic and foreign literature. Ser. 3: Philosophy: Review Journal. 2019. Vol. 3.
2. Radkau Joachim. Nature and power. World Environment History. Litres, 2019.
3. Платон П. Государство // Собрание сочинений. М., 2019.
4. Soulez A. Wittgenstein face au platonisme de la signification: le tournant anthropologique vers une philosophie de la praxis // Философский журнал. 2019. Т. 12, № 4. С. 5-14.
5. Artemenko M. V. & Mayakova A. V. Management of social problems of the expansion of modern digital reality: philosophical, methodological and technical aspects // News of Southwestern State University. Series: Economics Sociology. Management. 2019. Vol. 9(4). P. 216.
6. Budanov V. G. Rhythmic cascades of history and the forecast of the development of socio-psychological archetypes of Russia until 2050 // Synergetic paradigm Social synergetics. M.: Progress-Tradition, 2009. P. 234-263.
7. Sociotechnical landscape in the context of digitalization: the problem of the concept and research methodology / V. G. Budanov, E. G. Kamensky, V. I. Arshinov, I. A. Aseeva // News of Southwestern State University. Series: Economics. Sociology. Management. 2019. N 9 (3). P. 213-225.
8. Arshinov V. I., Artemenko M. V., Aseeva I. A. Sociotechnical landscape of digital reality: philosophical and methodological concept, ontological matrices, expert empirical verification. Kursk, 2019. 232 p.
9. Prokopchina S. V. The modern theory of measurements: classification of types of measurements // Soft Measurements and Computations. 2017. N 1. P. 4-16.
10. Malinetskii G. G. The risks of digital reality. Designing the future. Problems of Digital Reality. 2019. N 1. P. 228-249.
11. Nassim Nicholas Taleb. Skin in the Game. Hidden Asymmetries in Daily Life. Penguin Group, 2019.
12. Kim D. P. Theory of automatic control. Multidimensional, nonlinear, optimal and adaptive systems. 2017.
13. Wallerstein I. World-Systems Analysis: An Introduction. Durham and London: Duke University Press, 2004. 110 p.

14. Selye G. Stress without distress // Journal of Neurology im. BM Man'kovsky, 2016. N 1. P. 78-89.

15. Kostyaeva A. A., Sushkova A. A., Dashkevich I. P. STRESS IN THE DAILY LIFE OF THE MODERN SOCIETY. In All-Russian Conference of Young Researchers "Social and Humanitarian Problems of Education and Professional Self-Realization" Social Engineer-2018", 2018. P. 177-180.

16. Arshinov V. I., Budanov V. G. Ontologies and risks of digital technology: on the issue of representing the sociotechnical landscape // Complexity. Mind. Postclassics. 2019. N 2.

17. Korenevsky, N.A., Artemenko, M.V. & Rodionova, S.N. Socio-technical landscape: soft mapping on the base coordinates of ontological matrices of social practices and digital technologies // Complexity. Mind. Postclassics. 2019. N 3.

18. Kononov V. N., Zambrzycka E. S., Kharchenko M. V. The life cycle of industrial technology as an object of modeling and management // Journal of new economy. 2018. Vol. 19, N 3.

19. Pozmogov A. I. Digital transformation of the industrial complex of Russia // Management Issues. 2019. N 3 (39).

20. Information portal Gartner. URL: <http://www.gartner.com/technology/research/methodologies/hypecycle.jsp>.

21. Chen X., Han T. Disruptive Technology Forecasting Based on Gartner Hype Cycle // In 2019 IEEE Technology & Engineering Management Conference (TEMSCON), 2019. P. 1-6.

22. Gartner F. U. S. Patent Application No. 14/840,535. 2015.

23. Sasaki H. Simulating hype cycle curves with mathematical functions: some examples of high-tech trends in Japan // International Journal of Managing Information Technology. 2015. N 2(7). P. 1-12.

24. Barnett V. Kondratiev and the dynamics of economic development: long cycles and industrial growth in historical context. Springer. 2016.

25. Balatsky E. V. General theory of social development and coercion cycles // Social sciences and modernity. 2019. N (5). P. 156-174.

26. M. G. Mathematical fundamentals of synergetics. Chaos. Structures, computing experiment. Moscow, 2005.

27. Haken H. Синергетика: введение и продвинутые темы // Springer Science & Business Media. 2013.

28. GMDH [Online], [Retrieved October 15, 2019]. URL: <http://gmdh.net/>.

29. Schweitzer D., Fulton S. A hybrid approach to teaching information warfare // In International Conference on Cyber Warfare and Security. Academic Conferences International Limited. 2010. P. 299.

30. Alexa. An Amazon company. URL: <https://www.alexa.com/siteinfo/wildberries.ru#trafficstats>.

31. Coronavirus: statistics on the countries. URL: <https://index.minfin.com.ua/reference/coronavirus/geography/>.

32. Juslin P. N. Emotional reactions to music. S. Hallam, I. Cross, y M. Thaut (Edts.), The Oxford Handbook of Music Psychology. 2016. P. 197-213.

33. Labunets V., Osthaimer E. Systematic approach to nonlinear filtering associated with aggregation operators. Part 1. SISO-filters. Procedia engineering. 2017. P. 372-384.

34. Artemenko M. V., Krasnopivtsev A. A. Decomposition of a signal on not multiple harmonics: the certificate about ofitsa. registration of computer program No. 2006610038 of Russia of Federation it is registered in the register of the computer programs on February 28, 2006.

35. Countries of the world: indicators. URL: <https://ru.countries.world/>.

36. Resende P. A. A., Dorea C. C. Y. Model identification using the efficient determination criterion // Journal of Multivariate Analysis, 2016. Vol. 150. P. 229-244.

37. The use of system organization indicators in the automation of the diagnostic and therapeutic process / M. V. Artemenko, T. A. Dronova, N. M. Kalugina, A. A. Boytsov. Kursk, 2017.

38. Artemenko M., Korenevsky N. Pilot Study of Representation and Simulation of Differential Ontologies and Basic Principles of Temporal Observability of Evolution of Digital Reality of Social-Technical Landscapes // Vision 2025: Education Excellence and Management of Innovations through Sustainable Economic Competitive Advantage. Proceedings of the 34th International Business Information Management Association Conference (IBIMA). 13-14 November. Madrid, Spain, 2019.

39. Gussow A. B., Auslander N., Wolf Y. I. Prediction of the virus incubation period for COVID-19 and future outbreaks. bioRxiv, 2020.

УДК 37+004.9

О. Е. Ключникова¹, В. А. Ключникова², В. Г. Цельковский²

¹ ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Курск

² ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Курск

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ В СОВРЕМЕННЫХ МЕДИЦИНСКИХ ЦЕНТРАХ

В работе дается оригинальное изложение разработки модели процесса управления подготовкой студентов к использованию информационных технологий на основе

SADT-технологии. Рассматриваются принципы использования разработанной модели в учебном процессе.

Ключевые слова: автоматизированное рабочее место (АРМ), медицинские информационные системы, структурно-системная модель, IT-технологии, методология структурного анализа и проектирования, компетентностный подход.

Информационные технологии всё более прочно входят в медицину, и уже не в качестве высокоточных диагностических приборов, а в виде практически равноправных помощников и союзников, позволяя хранить, анализировать и передавать на расстояние огромные объёмы медицинской информации. Перспективным является использование в учебном процессе адаптированных версий так называемых «промышленных» интегрированных медицинских информационных систем автоматизированных рабочих мест врача, используемых медицинским персоналом в повседневной работе медицинских центров. Такой подход соответствует современным тенденциям автоматизации и интерактивности обучения, однако требует точной постановки целей, доработки и настройки на образовательные задачи.

Целью работы является определение структурно-системной модели процесса управления обучением с помощью информационных технологий на кафедре общей хирургии.

Анализ работ, посвященных проблемам обучения применению информационных технологий, медицинских баз данных (Р. М. Абдулгалимов [1], С. Л. Гараничева [2], Н. Я. Гельман [3], Т. В. Зарубина, А. Б. Кобринский [4], И. П. Королюк [5], Л.Б. Межведилова [6] и др.), а также множество публикаций в периодической печати показал, что существует противоречие между объективной потребностью современного общества в специалистах-медиках, компетентных в области информационных технологий, и недостаточной степенью разработанности педагогических условий и средств, обеспечивающих процесс подготовки студентов к использованию информационных технологий в предстоящей профессиональной деятельности.

В процессе работы врачу приходится сталкиваться с большим количеством программных продуктов, всевозможных баз данных, внутренних локальных документов, аптечных информационных систем и т.д., и всех их можно подразделить по видам информационных ресурсов, необходимых в работе специалиста – медика [5]:

- медицинские базы знаний, включающие в себя научные и периодические издания, справочно-информационные системы, ресурсы сети Интернет;
- базы данных пациентов для доступа к амбулаторным картам и архивам историй болезни, результатам лабораторных исследований и т.д. (рис. 1);
- работа с электронными медицинскими документами.

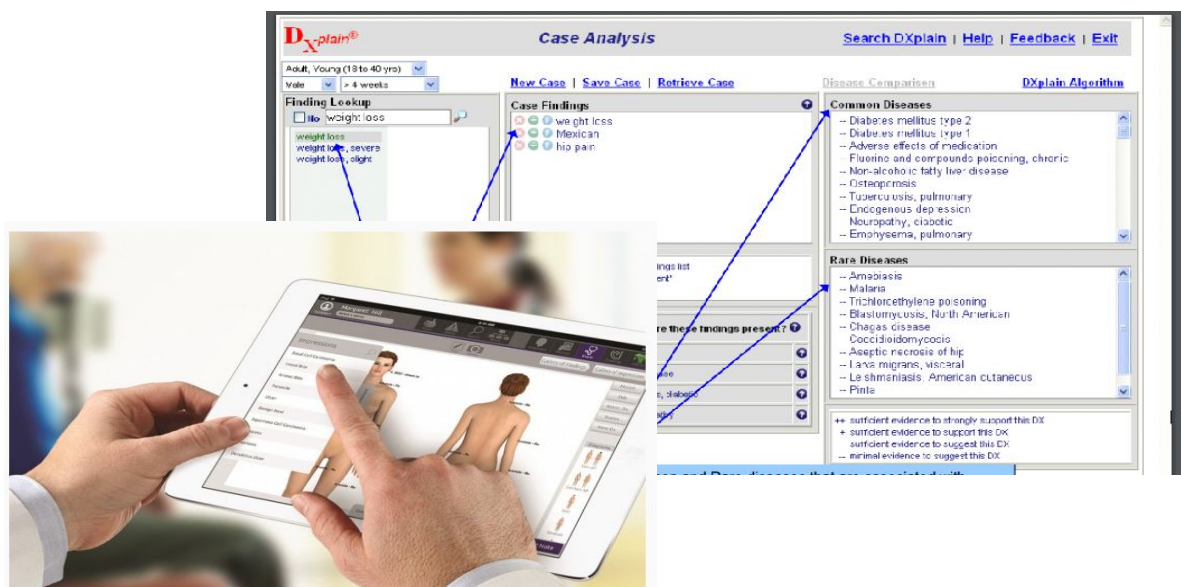


Рис. 1. Пример базы данных пациентов для доступа к амбулаторным картам и архивам историй болезни, результатам лабораторных исследований

Основными информационными составляющими лечебно-диагностического процесса являются:

- электронная история болезни (способы регистрации, хранения, передачи и обработки информации о пациенте и обо всем, что с ним происходит);
- блок анализа и отчетности (заполнение и анализ различной медицинской документации);
- автоматизированные рабочие места (включают в себя обработку, передачу, хранение, архивирование медицинской информации);
- медицинские приборно-конструкторские системы (системы мониторинга за состоянием больных, системы компьютерного анализа данных, системы автоматизированного анализа и т. д.);
- компьютерная обработка изображений (улучшение качества и автоматизация обработки медицинских изображений, включая изображения, создаваемые электронными микроскопами, рентгеновскими аппаратами, томографами и т.д.).

Таким образом, в перечне требований, предъявляемых к специалисту-медику, возникает и обладание знаниями в области информационных технологий, позволяющих наиболее полно реализовывать профессиональные качества. Все это позволяет отрабатывать навыки использования информационных технологий на примере автоматизированного места врача (АРМ) медицинского центра. Автоматизированное рабочее место врача медицинского центра позволяет сохранять в базе данных всю информацию о визите пациента для дальнейшего динамического наблюдения, при этом АРМ врача мо-

жет быть настроено для любых алгоритмов лечения: ввод информации о больных, первичный осмотр, назначения с распечаткой листа назначений, запись дневников, запись операций с предоперационным эпикризом и без, заполнение выписки, ведение архива пролеченных больных, поиск шифра МКБ10 и КСГ по нозологии. Заполнение с распечаткой графика дежурств персонала. Подсчет количества больных по шифру МКБ-10, по операции, по диагнозу, по возрасту и т.д.

При помощи готовых шаблонов врач может сэкономить время, стандартизировать и алгоритмизировать описание состояний и исследований. В современных условиях медицинский персонал медицинского центра должен обладать навыками в практической работе, соответствующими присвоенной квалификации. Поэтому специфика информационной подготовки студентов на кафедре общей хирургии направлена не только на овладение основными видами медицинской деятельности (диагностической, лечебной, неотложной, профилактической, медико-социальной, организационно-аналитической), но и медицинскими компьютерными системами (административными, экспертными, поисковыми, лабораторно-диагностическими, и др.).

В настоящее время для системного анализа проблемной среды применяются различные методологии. Наиболее удобным языком моделирования таких процессов является методология SADT (Structured Analysis and Design Technique – методология структурного анализа и проектирования), предложенная Дугласом Россом. SADT – это способ функционального моделирования, разработан на базе методологии структурного анализа систем, в основе которой лежала идея декомпозиции основных процессов деятельности на составляющие. Функциональная модель представляет с требуемой степенью детализации систему функций, которые в свою очередь отражают свои взаимоотношения через объекты системы.

Методологической основой разработки модели процесса управления подготовкой студентов к использованию информационных технологий является системный подход, в соответствии с которым любая система представляет собой совокупность взаимосвязанных объектов (элементов), функционирующих совместно для достижения общей цели [7]. Модель с учетом концептуального принципа методологии IDEF-представления любой изучаемой системы в виде набора взаимодействующих и взаимосвязанных блоков, отображающих процессы, операции, действия, происходящие в изучаемой системе, показана на рисунке 2.

Диаграмма первого уровня – модель подготовки студентов на кафедре общей хирургии к использованию информационных технологий в будущей профессиональной деятельности (см. рис. 2) представляет собой единство следующих компонентов:

- целевого (цели и задачи профессиональной подготовки студентов; целевые установки, направленные на подготовку студентов к использованию информационных технологий в профессиональной деятельности);
- содержательно-деятельностного (содержание учебных дисциплин и субъектно-личностные составляющие профессионального опыта студентов в различных видах медицинской деятельности, совокупность индивидуальных заданий, направленных на изучение различных медицинских компьютерных систем и баз данных);
- организационно-процессуального (формы, методы, средства, приемы, направленные на подготовку студентов к использованию информационных технологий в профессиональной деятельности; медицинские информационные системы, медицинские базы данных; дидактические материалы по учебным дисциплинам, электронные учебные средства и др.);
- оценочного (показатели, контрольно-оценочные средства, диагностические методики).

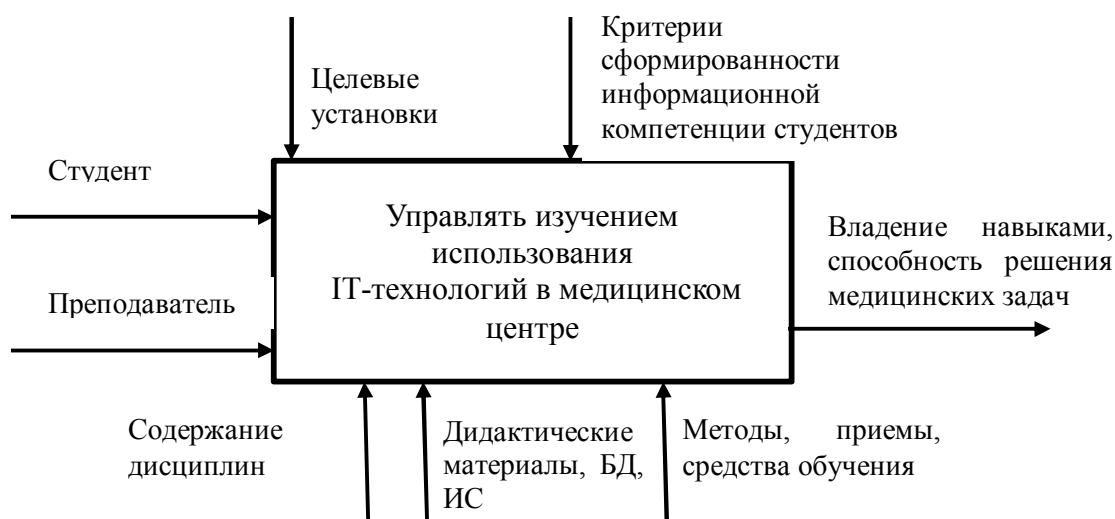


Рис. 2. Модель процесса управления подготовкой студентов к использованию информационных технологий на кафедре общей хирургии

Таким образом, комплекс «Пациент – Врач – Лечение – Палата – Диагноз – Препарат» можно представить как “Сущность-взаимосвязь” в виде ER-диаграммы, используемой для моделирования реляционных баз данных. При помощи готовых шаблонов врач может сэкономить время, стандартизировать и алгоритмизировать описание состояний и исследований (рис. 3).

Для улучшения процесса управления подготовкой студентов к использованию ИТ-технологий на кафедре общей хирургии была разработана структурно-системная модель, основанная на методологии SADT.

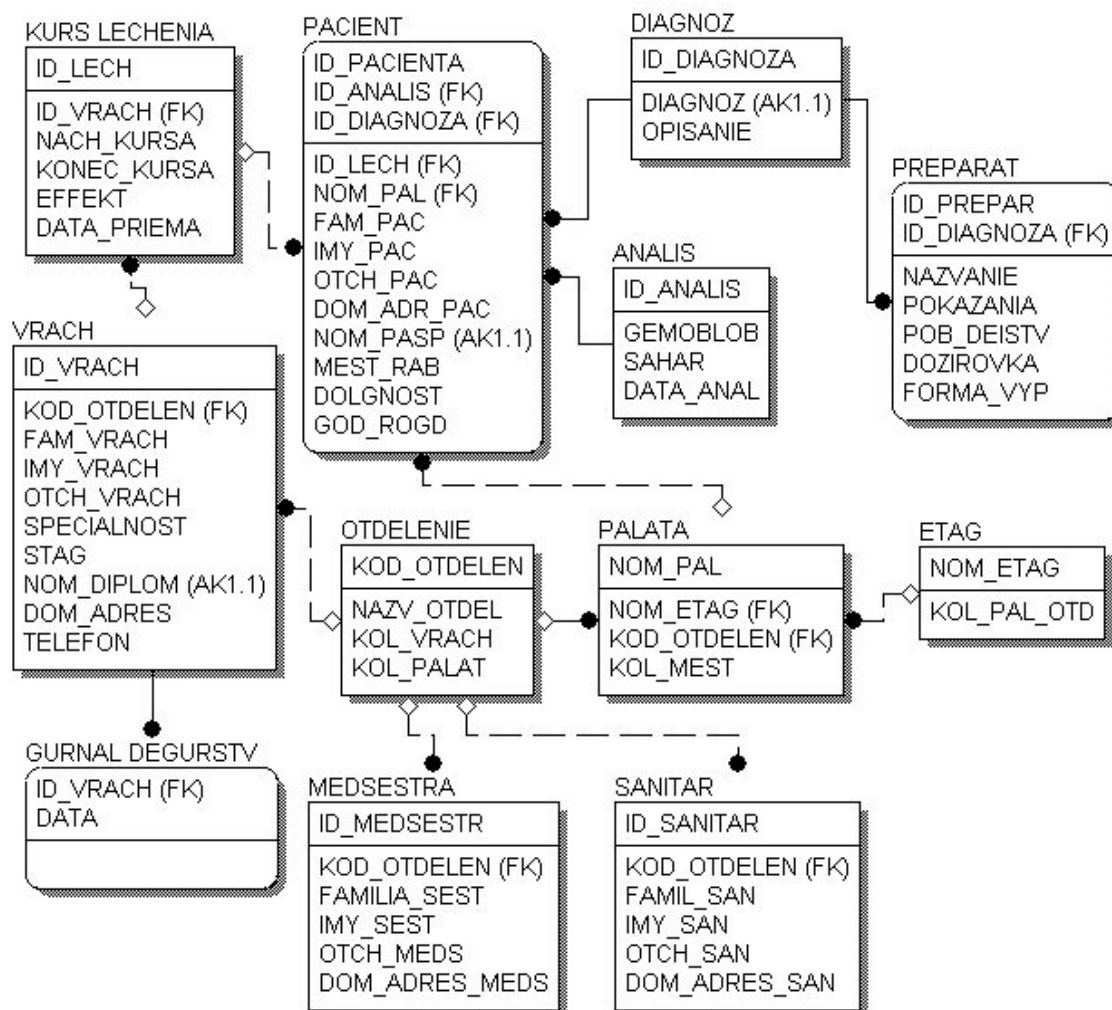


Рис. 3. ER-диаграмма

Это было реализовано при помощи методологии структурного анализа и проектирования SADT.

Вывод: в современном медицинском образовании широко применяются компьютерные технологии, позволяющие повысить эффективность и результативность обучения будущих врачей. Разработанная с помощью SADT-технологии модель процесса управления подготовкой студентов к использованию информационных технологий позволит поднять медицинское образование на качественно новый уровень.

Список литературы

1. Абдулгалимов Р. М. Формирование готовности студентов медицинских вузов к использованию информационных технологий в профессиональной деятельности: автореф. дис. ... канд. пед. наук / Абдулгалимов Р. М. Ставрополь, 2020. С. 2.

2. Гараничева С. Л. Основы информационных технологий: учеб. пособие. Витебск: ВГМУ, 2020. С. 162.

3. Гельман В. Я. Медицинская информатика: практикум. 2-е изд. СПб.: Питер, 2020. С. 52.

4. Кобринский Б. А., Зарубина Т. В.. Медицинская информатика: учеб. для студ. учреждений высш. проф. образования. 3-е изд. М., 2020. С. 91.

5. Межведилова Л. Б. Инфокоммуникационные технологии в профессиональной подготовке студентов медицинских вузов: автореф. дис. канд. пед. наук / Межведилова Л. Б. Ставрополь, 2005. 20 с.

6. Таллер В.А., Гараничева С.Л. «Медицинская информатика»: типовая учебная программа для учреждений высшего образования по специальности. «Фармация». Минск: МО РБ, 2019.

7. Дядин О. Ю., Ключникова О. Е. Моделирование отраслевой профессиональной мобильности на основе IDEF0-моделей // Известия Курского государственного технического университета. 2010. № 4 (33). С. 119-124.

УДК 316.422

М. В. Артеменко

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Курск

КРИВЫЕ ГАРТНЕРА – РЕТРОПРЕДИКАТИВНЫЕ ИЛЛЮСТРАНТЫ ТРАНСФОРМАЦИЙ ВОСТРЕБОВАНИЙ СОЦИАЛЬНЫХ ПРАКТИК К ЦИФРОВЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

В работе рассмотрены вопросы представления и анализа трансформации социотехнического ландшафта (СТЛ) при импульсном непредсказуемом воздействии внешней среды. Для этой цели предлагается использовать семейство кривых Гартнера, которые отражают переходные процессы структурно-параметрической трансформации ландшафта после непредсказуемого изменения в умельте, и законов, поддерживающих существование и функционирование автономных систем управления СТЛ. В качестве примера рассматриваются семейства кривых Гартнера, отражающих изменения в потребностях социальных практик к цифровым технологиям в особых условиях, возникающих в процессе борьбы социума с новой вирусной инфекцией Covid 19. Выдвигается ряд гипотез о свойствах кривых Гартнера. Работа проиллюстрирована реакциями различных социальных практик: медицина, образование, социальная помощь, государственные услуги, электронная торговля, связь (коммуникации). Приведены полученные формулы, отражающие реакции СТЛ, описывающие дифференциальным однородным уравнением второго порядка с порождающей функцией в правой части.

Ключевые слова: социотехнический ландшафт, Черный Лебедь, структурно-параметрическая трансформация социума, семейство кривых Гартнера.

Философскими исследованиями последних столетий показано, что развитие общества носит спиралевидный характер [1]. Вид спирали имеют и формы галактик [2], что заставляет предположить, что данная форма присуща материи как во времени, так и пространстве. Заметим, что аналогичные формы для внешнего Наблюдателя [3] будет иметь, скорее всего, любая «взорвавшаяся материя» (вышедшая из области бифуркации), постепенно распространяющаяся в пространстве и времени, если на каком-либо этапе распространения возникнет асимметрия. Это позволило предположить, что на наблюдаемую «спиралевидность» накладывается внешняя модуляция, вызывающая определенные волновые процессы. Теория подобного развития общества изложена в работе [4], частично отражена в [5], концепция ритмокаскадного развития рассматривается в исследованиях Буданова В.Г. и Аршинова В. И. [6]. Кроме того, учеными и практиками (управления в социуме) в последние десятилетия доказано, что процессы в обществе носят синергетический характер [7].

Таким образом, к настоящему времени созданы все теоретические предпосылки для создания автоматизированных систем поддержки принятия решений, позволяющих достаточно точно предсказывать как развитие общества в целом [8], так и отдельных таксонов социотехнического ландшафта (СТЛ) [9]. Методологическая база СТЛ (конспективно) состоит в представлении коэволюции социума в окружающей технократической среде в виде трехмерного пространства, образующие оси которого в общем случае не ортогональны. Базовая плоскость ландшафта (основание), аналогично географии местности, образуется путем произведения множеств социальных практик и информационных (в том числе цифровых) технологий, обеспечивающих интерфейс социума с внешним миром для реализации (существующих и возможных) целевых функций существования СТЛ (зарождения, трансформации, эволюции, утилизации и других этапных процессов жизненного цикла). Указанное произведение представляется в виде матрицы СТЛ. Третья, «вертикальная ось» («высота») представляет собой определенную метрику отображения различных переменных (или тел ландшафта), характеризующих таксоны СТЛ. Например, если рассматриваются вторичные характеристики ландшафта, то в качестве их могут выступать: показатели качества, эффективности, результативности, энергоемкости, коммуникативности, востребованности, ресурсоемкости, динамичности развития, производительности и т.п. В качестве «третьего измерения» может выступать и гиперпространство определяющих сущность и развитие СТЛ характеристик. В зависимости от целей Внешнего Наблюдателя таксоны представляют собой миноры различных порядков указанной матрицы СТЛ. В отличие от географического ландшафта, множества, образующие основание, представляют собой кортежи, последовательность элементов в которых не является строго регламентированной. Поскольку в таксонах СТЛ находятся различные характеристики

(как в биологических ландшафтах – различные виды растений, например), то предлагается использовать две метрики – частная и универсальная. Частная используется только при отдельно взятых характеристиках СТЛ, например: востребованность, результативность. В этом случае метрика определяется квалиметрией выбранных для описания и анализа характеристик. Универсальная метрика применяется при использовании множества разнообразных характеристик различной модальности. В этом случае метрика формируется таким образом, чтобы близость между различными образами объектов в многомерном пространстве множества характеристик функционально соответствовала в метрике указанной оси ландшафта.

Основная сложность построения предикативных функций коэволюционных трансформаций СТЛ (особенно при возникновении феномена Черного лебедя [10]) заключается в определении (и представлении) характеристик и темпоральных функционалов развития СТЛ в моменты времени, характерные для развития СТЛ в бифуркационных зонах. Под бифуркационной зоной в данном случае понимается умвелт бифуркационного облака. В отличие от «точки бифуркации» бифуркационное облако имеет определенные пространственно-временные размеры. Поскольку внутри бифуркационного облака все процессы протекают по иным законам, чем вне его, то для Внешнего Наблюдателя это выглядит хаотичным. Поскольку большинство хаотичных процессов Внешним Наблюдателем в силу применяемых измерительных систем и алгоритмов воспринимается протекающими по нормальным законам распределения, то следует ожидать в «облаке» резкое увеличение количеств значений парных корреляционных коэффициентов. Этот факт отмечается и в ряде работ [11, 12, 13].

Возникает актуальная проблема прогнозирования и оценки устойчивости, характеристик динамики и качества (включая аттракторы) переходных процессов, приводящих к структурно-параметрической трансформации, обусловленных коммутационными эффектами феномена Черного Лебедя. В теории управления для реализации подобной цели применяются модели, использующие типовые звенья и типовые входные воздействия [14]. Возможность развития процессов в обществе согласно дифференциальным уравнениям второго порядка отмечалась Малинецким Г. Г. [15] и нашло свое отражение в [9]. Хорошо известные кривые Гартнера [16] также напоминают поведение функций, описывающих переходный процесс колебательного звена при воздействии на него импульсной функцией [14]. Будем называть визуальные представления функций, отображающих динамику востребованности общества (или определенной социальной практики) к возможностям различных технологий «семейство кривых Гартнера».

11 марта 2020 года Организация Объединенных Наций объявила о пандемии COVID-19. Россия, как и большинство стран мира, ввела на своей территории ограничительные профилактические и оздоровительные меры, что

обусловило резкое «переключение» многих социальных практик (медицина, образование, наука и т.п.) в области как использования, так и запросов к обслуживающим их технологиям (особенно к информационным, коммутационным и цифровым).

На рисунках 1-5 показаны семейства кривых Гартнера, представлена динамика обращений (по сути – востребованности) к основным типам направлений указанных цифровых технологий «обслуживания» социума в Российской Федерации, начиная с введения режима «повышенной готовности». Источник информации, по которому осуществлялось мониторингирование [17].

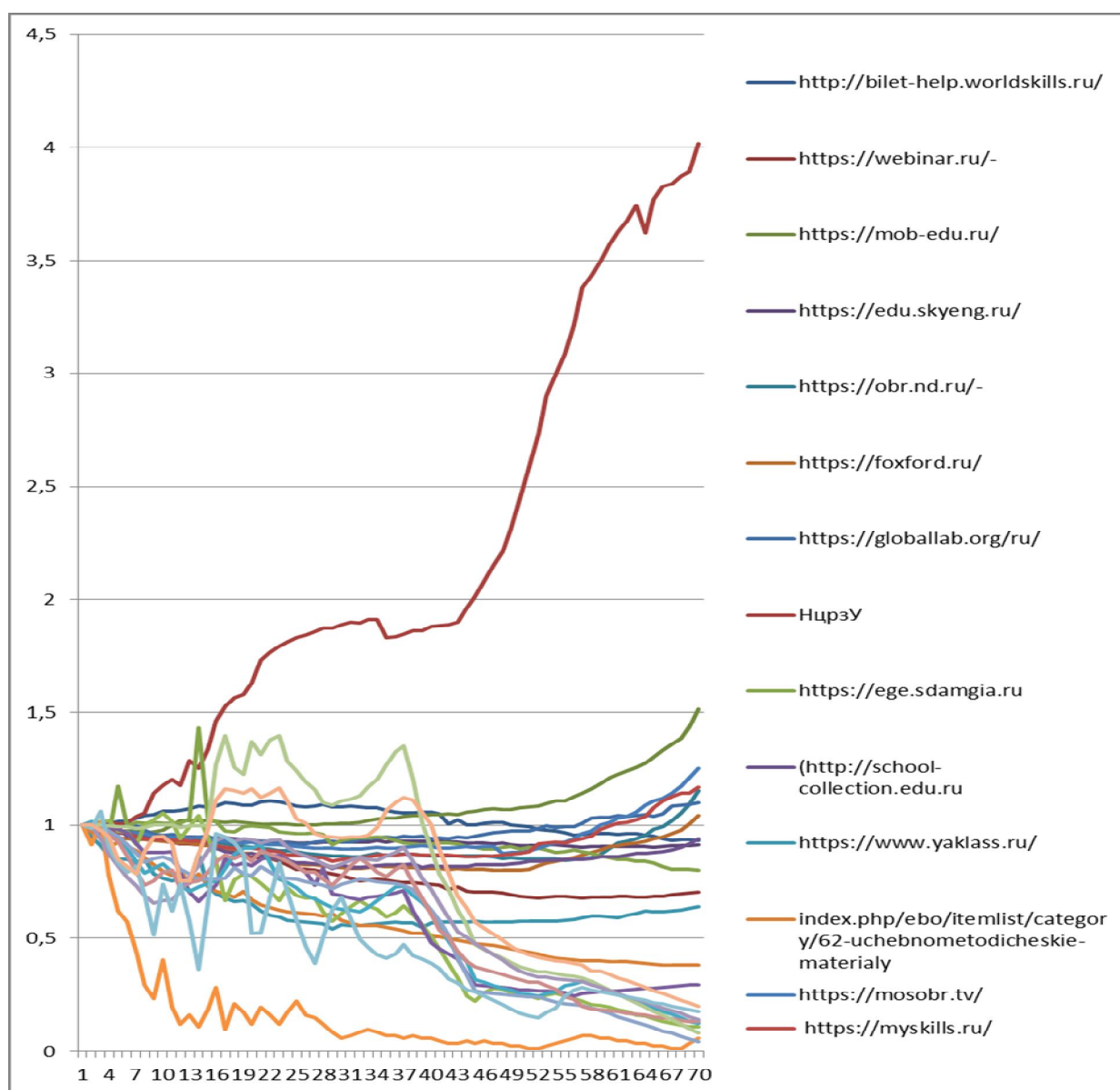


Рис. 1. Востребованность к информационным порталам социальной практики «Образование»

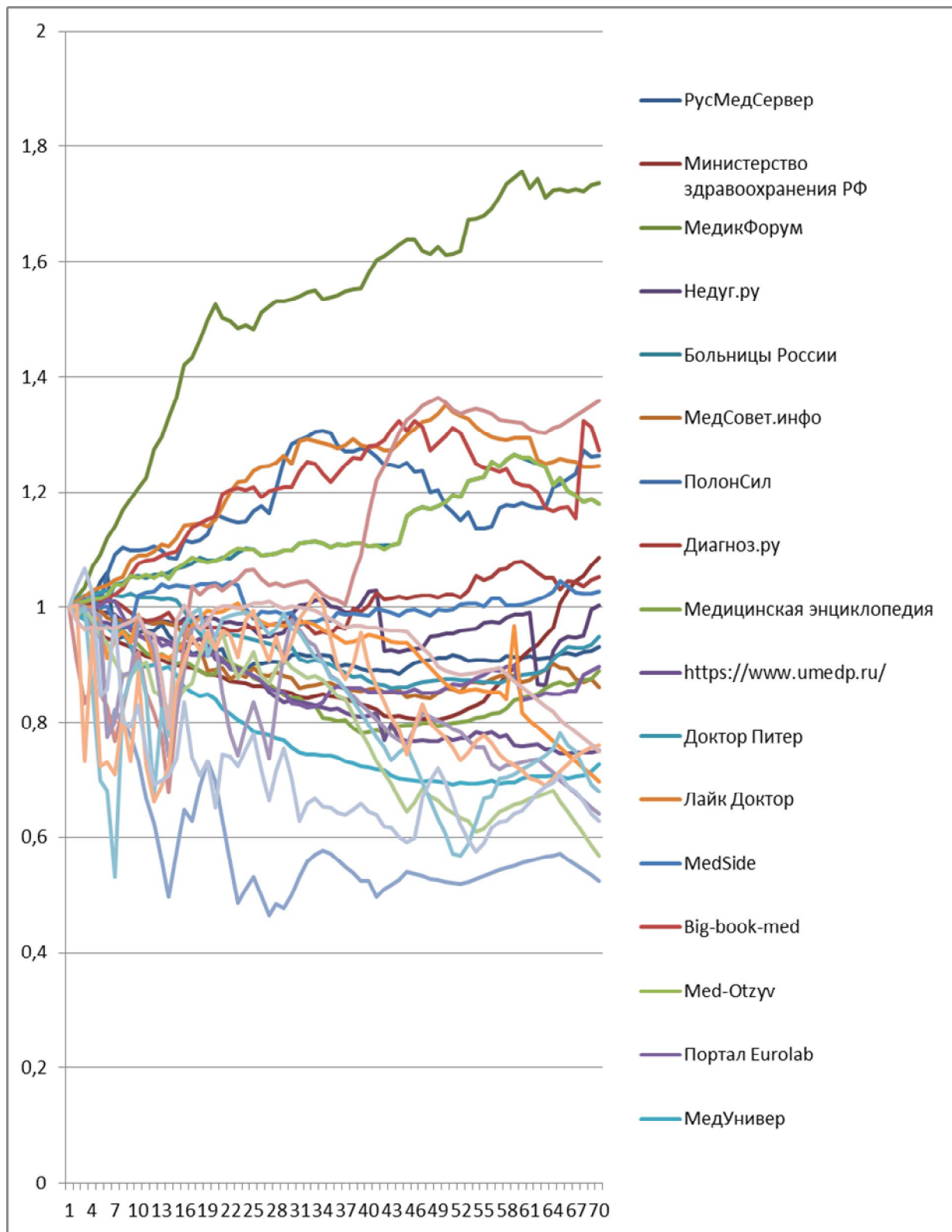


Рис. 2. Востребованность к информационным порталам социальной практики «Медицина»

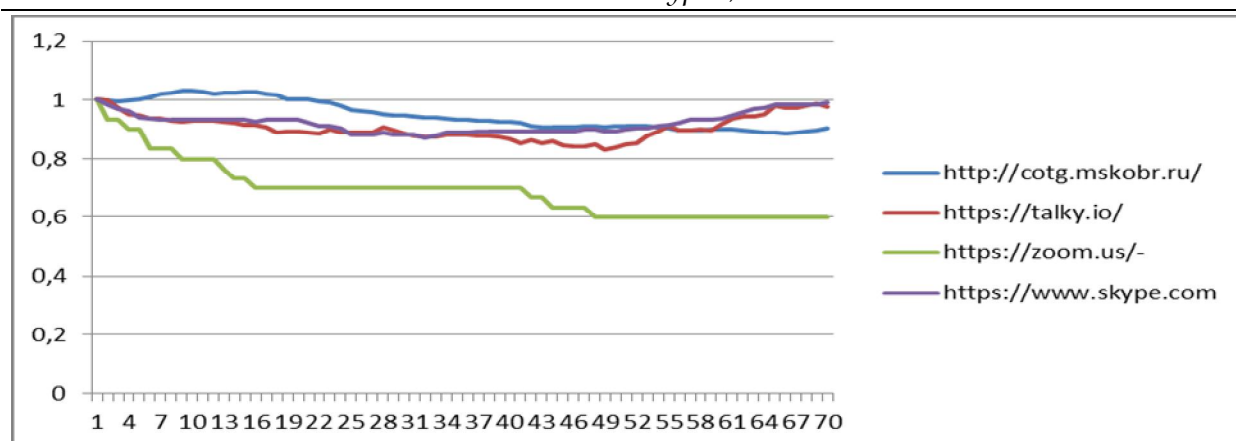


Рис. 3. Востребованность к информационным порталам социальной практики «Коммуникации»

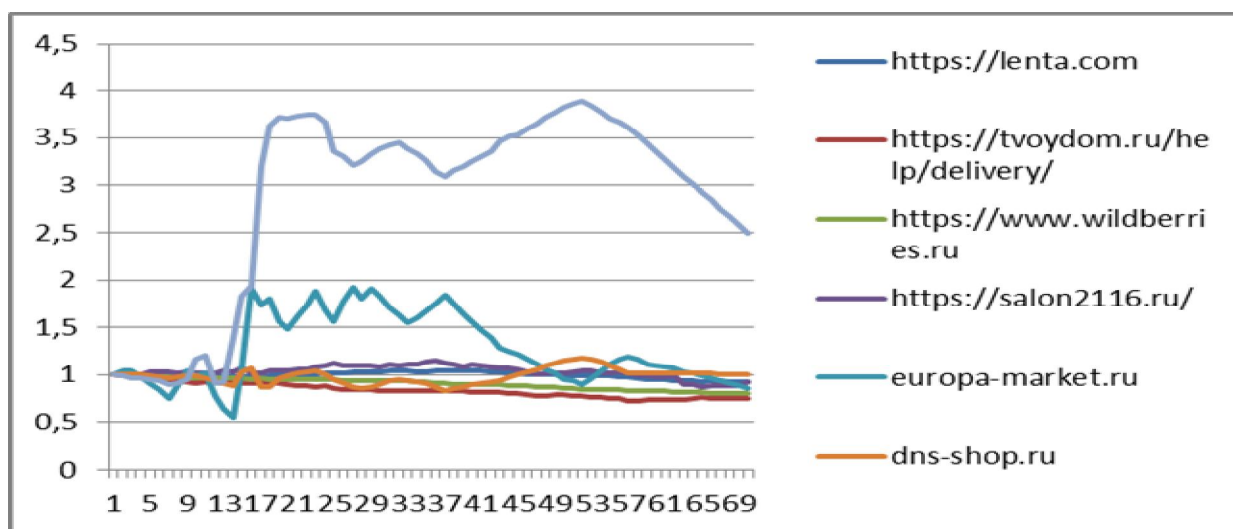


Рис.4. Востребованность к информационным порталам социальной практики «Торговля»

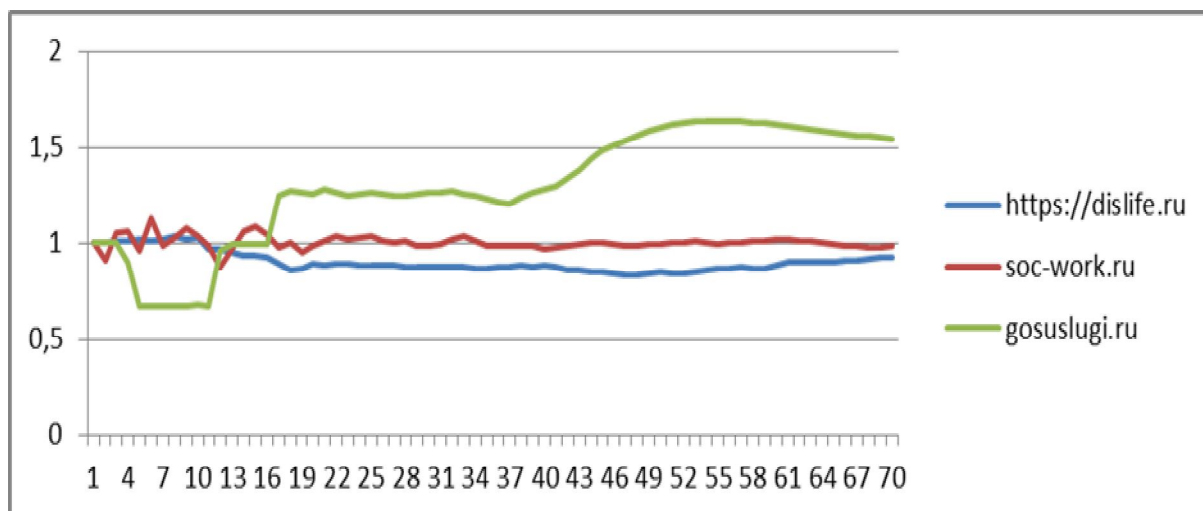


Рис. 5. Востребованность к информационным порталам социальной практики «Социальные услуги»

Исследовалась динамика востребованности технологий, представленных на соответствующих сайтах: образовательные порталы – 24, коммуникационные – 4, интернет-магазины – 7, социальной (защиты) – 3:

– образовательной (педагогической) направленности: <http://bilet-help.worldskills.ru/>, <https://webinar.ru/>, <https://mob-edu.ru/>, <https://edu.skyeng.ru/>, <https://obr.nd.ru/>, <https://foxford.ru/>, <https://globallab.org.ru/>, НЦрзУ/урокцифры.рф, <https://ege.sdamgia.ru/>, <http://school-collection.edu.ru>, <https://www.yaklass.ru/>, [index.php/ebo/itemlist/category/62-uchebnometodicheskie-materialy](https://www.yaklass.ru/index.php/ebo/itemlist/category/62-uchebnometodicheskie-materialy), <https://mosobr.tv/>. <https://myskills.ru/>. digital.prosv.ru. resh.edu.ru, pcbl.ru, cdosh46.ru, uchebnik.mos.ru, lecta.rosuchebnik.ru, education.yandex.ru, interneturok.ru, fcior.edu.ru, uchi.ru;

– медицинской: РусМедСервер, Министерство здравоохранения РФ, МедикФорум, Недуг.ру, Больницы России, МедСовет.инфо, ПолонСил, Диагноз.ру,

Медицинская энциклопедия, <https://www.umedp.ru/>, Доктор.Питер, Лайк.Доктор, MedSide, Big-book-med, Med-Otzyv, Портал, Eurolab, МедУнивер, Здоровье@mail.ru, rlsnet.ru, prodoctorov.ru, medportal.ru, medi.ru, kraso-taimedicina.ru, neboleem.net, likar.info, apteka.ru;

– коммуникационные: <http://cotg.mskobr.ru/>, <https://talky.io/>, <https://zoom.us/>, <https://www.skype.com/>;

– интернет-магазины: <https://lenta.com>, <https://tvoydom.ru/help/delivery/>, <https://www.wildberries.ru>, <https://salon2116.ru/>, europa-market.ru, dns-shop.ru, ozon.ru;

– социальной (защиты): <https://dislife.ru>, soc-work.ru, gosuslugi.ru.

Дата 28 апреля 2020 была взята за точку отсчета, поскольку к этому времени в России прошел календарный месяц с момента перехода на режим чрезвычайного положения, и, по сути, СТЛ начали выходить из зоны бифуркации. Это позволяет предположить, что дальнейшие тенденции являются начальной фазой семейства кривых Гартнера. На рисунках показано отношение текущих значений востребованности к анализируемым порталам к востребованности 28 апреля 2020 года. По оси абсцисс отложены дни, по оси ординат – количество обращений к порталу.

Анализ графиков показывает, что через три месяца после объявления пандемии:

– существенно повысилась востребованность в социальной практике «образование»: НЦрзУ/урокцифры.рф, foxford.ru, mosolov.tv, myskills.ru, mob-edu.ru (возрос интерес и после окончания учебного года; education.yandex.ru и uchi.ru (после окончания интерес иссяк);

– резко снизилась востребованность к cdosh46.ru, uchebnik.nos.ru, fri-or.ru

В целом к 33% цифровых виртуальных ресурсов увеличилась востребованность, к 38% – уменьшилась. Из 31% – 15% среагировало ростом в

начале и уменьшением к окончанию учебного года. Такое соотношение соответствует «золотому сечению».

Востребованность к электронным интернет-ресурсам социальной практике «медицина»:

– увеличилась в 6 из 26 рассматриваемых случаев (23%): Медиа Форум, prodoctorob.ru, Лати Доктор, Med-Otzyv, Big-book-med, Полон Сил (заметим, что в отличии от «образования» наблюдается рост, а не падение интереса к электронным учебникам);

– уменьшилось в 6 (23%): rlsnet.ru, likaz.info, Мед.Универ, neboleem.net, medi.ru, krasotainedilinic.ru

По сути, наблюдается то же самое нормальное симметричное распределение с большим эксцессом, чем в предыдущем случае.

Востребованность общества к «Коммуникациям» характеризовалась небольшой вариативностью (потребность в ZOOM резко снизилась по окончании учебного года).

Востребованность к «Электронным магазинам» повысилась у трети (33%), причем в три раза увеличился интерес к OZON.ru (пиковое значение достигало 400%). Спад произошел во время входа в первую фазу отмены «пандемических ограничений». В данном случае и у портала Europa.market наблюдалась типичная кривая Гартнера с выходом на новую страту у «озона» и возврата на прежнюю в «Европе».

Востребованность к социальным порталам практически не менялась («сезонные» колебания), кроме «Госуслуг» (вначале спад на 30%, а затем резкий – на 90% (60% от начального уровня) рост. Он произошел после выхода «Госуслуг» из режима изоляции, то есть в это время резко возрастает обращение к ним через Интернет. Возможно, это связано с необходимостью разрешения накопившихся проблем, с одной стороны, и ростом возможностей и потребностей в электронном общении через портал «госуслуги», с другой стороны.

Динамика потребности социальных практик к информационно-цифровой среде характеризовалась следующими модуляционными ритмами (получены по результатам анализа спектра Фурье с помощью эмпирических кривых Гартнера при мониторинге):

– в «образовании» (включая дистанционное образование) – циклы 4-6-9-13 дней;

– в «медицине» – 3-11 дней;

– в «коммуникациях» – 5-10-12-14-17 дней;

– в «электронной торговле» – 7-10-18 дней;

– в «социальных услугах» – 3-7-11-18-21-26(27) дней (что ближе к образованию).

Заметим, что в большинстве случаев наблюдаются ритмические модуляции с периодами 3 – 5(6)7 – 12(13)14 дней, что весьма близко к циклам различных фаз протекания новой коронавирусной инфекции COVID 19.

Предполагая, что кибернетический «черный ящик», упомянутый ранее, является в первом приближение звеном второго порядка, были получены характеристические уравнения по структуре $T_1^2 \cdot p^2 + T_2 \cdot p + 1 = 0$.

Для примера приведем следующее:

– для портала НЦрзУ/урокцифры.рф

$$87,5p^2 - 60,34p + 1 = 0 \quad /R^2 = 0.34, k = 0.35;$$

– для портала education.yandex.ru

$$228,3p^2 + 139,75p + 1 = 0 \quad /R^2 = 0.3, k = -0,31;$$

– для портала МедикФорум

$$4,76p^2 + 8,1p + 1 = 0 \quad /R^2 = 0.3, k = -0,845;$$

– для портала Диагноз.ру

$$55,55p^2 + 59,4p + 1 = 0 \quad /R^2 = 0.32, k = -0,53;$$

– для SKYPE

$$55,55p^2 + 32p + 1 = 0 \quad /R^2 = 0.31, k = -0.29;$$

– для портала OZON.ru

$$23,2p^2 + 14,9p + 1 = 0 \quad /R^2 = 0.34, k = -0.31;$$

– для портала ГОСУСЛУГИ

$$39,4p^2 + 31,35,34p + 1 = 0 \quad /R^2 = 0.4, k = -0.3.$$

(Обозначения: R^2 – коэффициент детерминации, k – показатель степени экспоненты решения дифференциального уравнения, на уровне статистической значимости $p < 0,01$ пороговое значение $R^2 = 0,18$.)

Из приведенных формул видно, что:

– они достаточно адекватны;

– показатели экспоненты отрицательны и близки к значению 0,3, это означает, что возникшая потребность имеет склонность к затуханию (это позволяет предположить, учитывая и графики рисунков 1-5, что потребительский спрос анализируемых социальных практик к информационным и цифровым технологиям находится на первой ниспадающей ветви классической кривой Гартнера с последующим увеличением спроса для ряда технологий);

– полученные характеристические уравнения в большинстве случаев соответствуют колебательным звеньям второго порядка ($T_2/2T_1 < 1$) и, следовательно, имеют собственные частоты (автоколебания), равные $1/T_1$.

Между тем нельзя не отметить, что при моделировании рассматривались пассивные звенья систем управления, несмотря на то, что более правильно было бы рассматривать активные звенья. Пассивные звенья рассматривались в работе в качестве варианта пилотного исследования.

Выводы

Результаты проведенных пилотных исследований позволяют сформировать следующие свойства семейства кривых Гартнера:

1. Функции, отражающие поведение семейства кривых Гартнера, отображают реакции различных социальных систем на спонтанно возникающие для них воздействия умвелта, востребующие определенные потребительские характеристики цифровых технологий в настоящем и прогнозируемом будущем. Поведение функций в первом приближении представляются решениями следующего уравнения динамики:

$$a \frac{d^2 z(t)}{dt^2} - b \frac{dz(t)}{dt} + z(t) = e^{k \cdot t \cdot |\sin(\omega_1 \cdot t + \varphi_1)|} \cdot (c \cdot \sin(\omega_2 \cdot t) + d \cdot \cos(\omega_2 \cdot t)) + l \cdot t,$$

где $z(t)$ – анализируемый показатель; $a, b, c, d, k, l, \omega_1, \omega_2, \varphi_1, \varphi_2$ – параметры модели.

Заметим, что приведенная формула отражает развитие процесса по спирали «пирамидального» или «водоворотного» типа в трех временах: t – «мировое время», $T1 = \omega_1 \cdot t$ – время амплитудной экспоненциальной гармонизации «подъема спирали» и $T2 = \omega_2 \cdot t$ – время цикла спирали (в общем случае соотношение параметров c и d модели задают вид эллипса – «основания» спирали).

Не теряя общность рассуждений, можно предположить, что порождающая переходный процесс функция (правая часть уравнения) может иметь и другой вид.

2. Кривые семейства Гартнера отражают как общий характер процесса, так и высокочастотные модуляции, вызванные краткосрочными, тактически решениями. Указанные модуляции, по сути, являются «рысканиями» в поисках устойчивых участков кривой; без указанных «рысканий» невозможно достижение желаемой целенаправленной устойчивости движения в целом. (Как постоянные колебания руля велосипедиста обеспечивают ему устойчивое движение.) Заметим, что аналогичные «рыскания» характерны для устойчивого функционирования большинства физиологических систем человеческого организма. Они позволяют с минимальными ресурсными (материальными, энергетическими, информационными, временными) затратами выбрать системе наиболее оптимальный путь развития в изменяющихся условиях умвелта.

3. Семейство кривых Гартнера зависит и модулируется, но не определяется видами порождающих воздействия. В первую очередь, оно обуславливается «передаточной функцией» кибернетического «черного ящика» представления определенной социальной практики в рассматриваемый момент пространственно-временной ориентации. Иными словами, оно (семейство кривых) определяется статусом социальной практики в СТЛ в момент воздействия порождающей функции и потенциальными возможностями ин-

формационных и цифровых технологий в предоставлении социальной практике необходимых ресурсов для адаптации СТЛ к новым реалиям и реализации градиента целевого развития.

4. Определенные таксоны СТЛ обладают собственными резонансными частотами развития. Они соответствуют совпадающими (или почти совпадающими) частотами (циклами) развития практик и технологий. Именно на них осуществляется первый «всплеск» жизненного цикла инноваций (кривых Гартнера). Остальные «максимумы» кривых Гартнера кратны этим частотам (циклам) развития.

Таким образом, топология социотехнического ландшафта в ответ на феномен Черного Лебедя, возникшего в экономике общества в результате пандемии, претерпевает изменения, которые изменяют структуру востребованности различных социальных практик к возможностям цифровых технологий с целью стремления к максимально возможному неухудшению своего статуса, а семейство кривых Гартнера отличается большим разнообразием различных вариантов.

Благодарю студентов Ешкину Т.В., Титова А. А., Климкину А.А.(гр. МК 91, специальность обучения «Медицинская кибернетика», кафедра биомедицинской инженерии ЮЗГУ), оказавшим большую помощь в сборе эмпирического материала.

Исследование выполнено при поддержке гранта РНФ №19-18-00504.

Список литературы

1. Философия, логика и методология научного познания [Электронный ресурс]: учебник для магистрантов нефилософских специальностей. Ростов-н/Д: Издательство Южного федерального университета, 2011. 496 с
2. Жмудь В. А. Почему закручены галактики // Автоматика и программная инженерия. 2018. № 3. С. 99-105.
3. Аршинов В. И., Свирский Я. И. Сложностный мир и его наблюдатель. Часть вторая //Философия науки и техники. 2016. Т. 21. № 1.
4. Абдеев Р. Ф. Философия информационной цивилизации в иллюстрациях: учебник / Соц.-экон. ин-т. М.: Клинц. гор. тип., 2004. 94 с.
5. Artemenko M. V., Budanov V. G., Korenevsky N. A. Classification of sociotechnical landscape on the basis of analogies of cortegecodes of indicatos // Journal of Physics: Conference Series. 2019. Vol. 1352, N 1. P. 012002.
6. Буданов В. Г. Ритмокаскады истории: перестройка и глобализация // Перестройка: двадцать лет спустя / Клуб «Свободное слово». М., 2005. С. 308-322.
7. Буданов В. Г. Синергетическая парадигма и ее творцы // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2018. № 3. URL: cmp.esrae.ru/25-239.

8. Афанасьева Т. Ю. Основные прогностические модели в реализации современного постмодернистского этапа развития общества // Современные тенденции развития науки и производства. Курск, 2016. С. 26.

9. Социотехнический ландшафт цифровой реальности: философско-методологический концепт, онтологические матрицы, экспертно-эмпирическая верификация: коллективная монография / В. И. Аршинов, М. В. Артеменко, И. А. Асеева, В. Г. Буданов, О. А. Гримов, Е. Г. Каменский, Н. А. Корневский, А. В. Маякова, С. Н. Родионова, В. В. Чеклецов / отв. ред. В. Г. Буданов, И. А. Асеева. Курск: ЗАО «Университетская книга», 2019.

10. Nassim Nicholas Taleb, “Skin in the Game. Hidden Asymmetries in Daily Life,” Penguin Group. 2019.

11. Корневский Н. А., Артеменко М. В., Родионова С. Н. Социотехнический ландшафт: мягкое картирование по базовым координатам онтологических матриц социальных практик и цифровых технологий // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2019. № 3. С. 62-76.

12. Ключников С. А. Использование синергетического (бифуркационного) направления системного подхода для изучения социума // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. 2018. Т. 9, №. 4.

13. Artemenko M., Korenevsky N. Pilot Study of Representation and Simulation of Differential Ontologies and Basic Principles of Temporal Observability of Evolution of Digital Reality of Social-Technical Landscapes // Vision 2025: Education Excellence and Management of Innovations through Sustainable Economic Competitive Advantage. Proceedings of the 34th International Business Information Management Association Conference (IBIMA). 13-14 November. Madrid, Spain, 2019.

14. Рыбалёв А. Н., Усенко В. И., Русинов В. Л. Теория автоматического управления. Курск, 2019.

15. Малинецкий Г. Г. Математические основы синергетики. М.: URSS, 2005. 308 с.

16. Chen X., Han T. Disruptive Technology Forecasting Based on Gartner Hype Cycle // In 2019 IEEE Technology & Engineering Management Conference (TEMSCON) IEEE. 2019. P. 1-6.

17. Alexa. An Amazon company. URL: <https://www.alexa.com/siteinfo/wildberries.ru#trafficstats>.

ABSTRACT

N. Korenevskiy, A. Titova

Southwest State University, Kursk

ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF ELECTROMAGNETIC FIELDS RADIO FREQUENCY RANGE ON HEALTH

The method of synthesis of mathematical models for predicting the occurrence and diagnosis of diseases caused by the influence of radiofrequency electromagnetic fields on the human body, the influence of electromagnetic radiation of radio frequency on the emergence and development of diseases of the nervous system

Keywords: electromagnetic field, radio frequency range, human health, nervous system, heat effect, specific impact.

**T. A. Dronova¹, K. S. Rashmi Vasundara Mudali²,
R. Adu Dolapo³, M. U. Ituma³**

¹ *State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kursk State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Kursk*

² *Sri Lanka*

³ *Nigeria*

BENDOPNEA AND PSYCHOSOMATIC STATUS IN GERIATRIC PATIENTS WITH HEART FAILURE

Bendopnea is a novel symptom of advanced heart failure. Also the prevalence of heart failure with age is more in elderly patients. *Frailty often presents with an increased burden of symptoms, medical complexity, and reduced tolerance for medical interventions. Awareness of frailty and associated risks for adverse outcomes, and an understanding of its biological basis, can improve care for this most vulnerable subset of patients.* The connection between depressive psychological status and cardiac failure is currently undeniable. The results demonstrate the severity of heart failure associated with bendopnea which in its turn associated with anxiety and depression in geriatric cardiac patients.

Keywords: heart failure, bendopnea, anxiety, depression, elderly patients.

A. S. Samoylova

Southwest State University, Kursk

MATERNAL HAPPINESS-A HEALTHY NEWBORN

This paper examines the significance of the problem the need to reduce mortality and disability of newborns to improve the demographic situation at the expense of modern predic-

tive diagnostic forecast of automated preventive smart-system antenatal prediction of newborn health. The results of a pilot study of literature, methods, and algorithms for antenatal prognosis of a newborn child of the expert SMART system for improving the quality of medical care for the population are presented. Currently, women's consultations use methods for predicting the health of the newborn that do not predict the health of the newborn (with the exception of clearly expressed genetic and other disorders).

Keywords: examination of a pregnant woman, newborn health, antenatal prognosis, expert smart system.

D. A. Annenkov

Southwest State University, Kursk

DEVICE FOR MONITORING THE STATE OF HUMAN HEALTH

The paper presents a structural and functional organization and a generalized algorithm for the operation of a device for monitoring human health, which serves as the development of methods and tools for diagnosing the patient's health, and monitoring the state of a person in sports.

Keywords: monitoring, heart rate monitor, accelerometer, Arduino, bluetooth.

M. A. Ryabchun

Oryol State University named after I. S. Turgenev, Oryol

USING THE CAPABILITIES OF FUNCTIONAL DIAGNOSTICS TO ASSESS CHANGES IN THE FUNCTIONAL STATE OF THE HUMAN BODY USING SOFTWARE

The article is devoted to the creation of a universal portable wearable device that can monitor the parameters of electrocardiography in real time, which will reduce the number of false calls to ambulance crews, simplify primary self-diagnosis and provide the possibility of early, home-based detection of signs of myocardial infarction and other pathologies, even before the onset of acute symptoms.

Keywords: electrocardiogram, diagnostics, electrocardiography criteria, portable meter, wearable device, functional diagnostics.

A. V. Titova

Southwest State University, Kursk

INFLUENCE OF ELECTROMAGNETIC FIELDS RADIO FREQUENCY RANGE ON HEALTH STATUS

The influence of electromagnetic radiation of the radio frequency range emitted by modern household appliances on the human body is considered, and the most common problems

associated with human health caused by the influence of electromagnetic radiation are also described.

Keywords: electromagnetic field, human health, electromagnetic field, influence, radio frequency range.

E. E. Polyakova

Oryol State University named after I. S. Turgenev, Oryol

USE OF THE INTEGRATED INDICATOR FOR ASSESSMENT OF CHANGE OF THE FUNCTIONAL STATUS OF THE HUMAN BODY

The aim of the study is to determine a universal calculation method for determining the universal index of the functional state of the human body. The created software product, which has an interface available for use, could conduct research on the functional state of the human body in automatic mode, taking into account the unique features of each study.

Keywords: blood pressure, pulse, monitoring, cardiovascular system, physical examination, reogramma, electrocardiogram.

A. V. Polyakova

Southwest State University, Kursk

THE IMPACT OF ECOLOGY ON HUMAN HEALTH ON THE EXAMPLE OF THE KURSK REGION

The condition of ecology of Kursk region in comparison by other regions as the factor affecting incidence is considered. It is shown that the ecological status of the region, despite presence in its territory to open production of iron ore, thermal and atomic power plants, chemical production, is not the worst.

Keywords: ecology, Kursk region, incidence.

A. F. Rybochkin

Southwest State University, Kursk

DEVICES FOR MONITORING THE STATE OF BEE FAMILIES BY THEIR ACOUSTIC NOISE

In this work the directions of control of a condition of bee families on the acoustic noise published by them are considered. The first direction with use of the spectral analysis with short sample from 30 seconds to 3 minutes due to averaging of a range. The second direction: the simultaneous automated control of conditions of bee families of all apiary on acoustic noise with remote issue of visual information to the clear beekeeper at any time on demand.

Keywords: the portable device, images of forms of ranges, the automated system. bee, diagnostics, range.

Ya. O. Zaikin

Southwest State University, Kursk

MONITORING THE ENVIRONMENT OF A METROPOLIS USING UNMANNED AERIAL VEHICLES

The article provides an analysis of the existing classical system for monitoring atmospheric air pollution, proposes monitoring based on UAVs and describes the basic principles of such a system.

Keywords: ecology, monitoring, UAV, pollution, atmosphere, automatic system, sensor.

A. S. Samoilova

Southwest State University, Kursk

SYNOPTIC ANALYSIS OF THE FREQUENCY OF OUTBREAKING VIRAL INFECTIONS IN RUSSIA

The paper deals with outbreaks of viral infections leading to serious illness and death. The results of a pilot study of the literature and the cumulative number of confirmed cases of viral infections are presented. The main measures aimed at reducing outbreaks of viral infections are considered.

Keywords: Infectious diseases, Influenza, Measles, Tuberculosis, Coronavirus.

M. V. Artemenko, M. D. Salieva

Southwest State University, Kursk

PILOT CYBER SIMULATION OF THE SPREAD OF COVID-19

The article discusses pilot modeling of the spread of the SARS-CoV-2 virus, which caused the COVID-19 disease pandemic. The dynamics, amplitude and phase Fourier spectra of temporal trends in propagation monitoring in various countries and continents are considered. Hypothetical assumptions are put forward that the dynamics of the disease is determined by the size of the limited area of distribution and can be the response of the oscillatory link to the impact of the bell-shaped impulse function. The hodograph of the spectral growth function of the morbidity is given, which shows that the characteristic polynomial of the transfer function of the hypothetical response system has the second degree. Analysis of the phase spectral function and hodograph allow us to assume the stability of the cybernetic system that caused and determines the spread of the disease. The necessity of introducing a feedback loop or other corrective links in order to make the propagation system unstable is shown. These links can be preventive and therapeutic measures. It is concluded that the absence of feedback will lead to

attenuation of the process of spreading the virus along a bell-shaped exponential, but resistance will not be destroyed (unfavorable in this case). The applied research technique can be useful for modeling the spread of various infectious diseases.

Keywords: COVID-19, pandemic, mathematical modeling.

A. A. Trifonov

Southwest State University, Kursk

BIOTECHNICAL SYSTEM OF REHABILITATION TYPE FOR RESTORATION OF MOTOR ACTIVITY

The aim of the study is to develop a biotechnological system of the rehabilitation type, designed to restore the motor activity of the patient's muscles through biotechnological and biological feedback. Classification models of surface signals of electromyograms can be used to create intelligent rehabilitation systems for patients with neurological diseases.

Keywords: biotechnological system of a rehabilitation type; exoskeleton; biological feedback; electrical signal; neurocontroller; the virtual reality.

A. I. Storozhenko, A. V. Bykov, N. A. Korenevsky

Southwest State University, Kursk

DETERMINATION OF EFFECTIVE BRAIN STRUCTURES IN THE PROCESS OF REHABILITATION OF PATIENTS WITH NEUROLOGICAL DISEASES BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGY

The paper discusses the increase in the efficiency of medical care for patients with the disintegration of the regulatory functions of the central nervous system and effector-effector mechanisms of interaction of peripheral organs in the framework of multifocal atherosclerosis (MFA) using the synthesis of decision rules.

Keywords: multifocal atherosclerosis, mathematical modeling, diagnostics, rehabilitation, membership functions, decision support systems.

L. V. Starodubtseva¹, D. A. Mednikov¹, E. N. Korenevskaya²

¹ *Southwest State University, Kursk*

² *Donetsk National Technical University, Donetsk*

RESEARCH OF THE PROPERTIES OF MENTAL FUNCTIONS USING HARDWARE AND SOFTWARE COMPLEXES OF THE SOUTHWESTERN STATE UNIVERSITY

The purpose of this work is to study the mental functions of a person based on methods and technical tools developed by scientists of South state UNIVERSITY and KSMU. The study

was improved methods, means, psychological research from the specialized automatic test presentation of information and assessment of mental functions prior to the development of smart devices that have made a significant contribution in the development of instrumentation for psychological research and in the development of psychological science.

Keywords: history, mental functions and their properties, specialized devices, quantitative assessment, cognitive disorders.

N. Gasparyan

Southwest State University, Kursk

ORIGIN OF THE TERM “PLACEBO”, MECHANISMS OF “PLACEBO EFFECT”

This article discusses the historical origin of the term “placebo” and “placebo effect”. A brief history of the appearance and study of the effect, its mechanism and action is described. It should be noted that this term implies not only the administration of drugs that do not contain active substances, but also the method of suggestion that any set of procedures can help the patient recover.

Keywords: placebo mechanisms, effect, treatment, medicine, unconsciousness.

D. S. Zabanov

Southwest State University, Kursk

INTELLECTUAL CONTROL OF ELECTROMAGNETIC IMPACT ON TARGET BODIES

The aim of the study is to increase the effectiveness of the treatment of infectious diseases through intelligent control of the therapeutic effect on target organs using biotechnological feedbacks.

Keywords: magnetotherapy, fuzzy control, biotechnological feedback, biologically active points, temperature sensor, photoplethysmogram.

A. V. Polyakov, S. V. Filippov

Southwest State University, Kursk

THE AUTOMATED SYSTEM OF ASSESSMENT OF COGNITIVE FUNCTIONS OF MEMORY

In article the development of the automated system for improvement of quality of assessment of cognitive functions of memory, by development of algorithms, methods and models of forecasting and early diagnostics of violations of properties of functions of memory is represented.

Keywords: biotechnologies, diagnostics, cognitive functions, memory violations.

D. E. Skopin, A. A. Gorbacheva, I. V. Kalutsky

Southwest State University, Kursk

APPLICATIONS OF NEW COLOR MODEL FOR STEGANOGRAPHY TRANSMISSION OF MEDICAL INFORMATION

In current paper new color model of pixel representation that is different compare to standard models because allows intrusion an information into image files. It allows productive telemedicine services organization in extreme conditions (for example in condition of pandemic of coronavirus infection, SARS, etc.) due to the possibility of transmitting confidential text information in a single file together with the medical image, such as personal data of the patient and a description of his medical history.

Keywords: steganography, stegomessage, digital image processing, telemedicine, information security.

S. N. Rodionova, P. V. Burlakov, D. A. Mednikov

Southwest State University, Kursk

MODEL AND ALGORITHM FOR EVALUATING THE SEVERITY OF THE SEVERITY OF THE ISCHEMIC HEART PROCESSES

This article explores the possibilities of using fuzzy decision logic to improve the accuracy of assessing the severity of the development of ischemic processes of the heart by developing appropriate mathematical models. The developed models allow us to synthesize an algorithm for assessing the severity of cardiac ischemia, which allows us to assess the severity of the pathology under study with confidence not worse than 0.9, which allows us to recommend the results in medical practice. The reported study was funded by RFBR, project number 19-31-90067.

Keywords: coronary disease, heart, membership functions, mathematical models, decision support system.

M. I. Gorbacheva

Southwestern State University, Kursk

WIRELESS ELECTRONIC SYSTEM OF ECOLOGICAL ATMOSPHERIC MONITORING

A portable and efficient environmental monitoring system based on the WSN wireless network was developed using the MATLAB Support Package, which controls various environmental parameters, such as temperature, humidity, air quality and pressure. This work focuses on a wireless approach for environmental monitoring of the atmosphere.

Keywords: WSN wireless network, sensor, Arduino UNO microcontroller, MATLAB Support Package, graphic interface.

V. E. Agibalova

Southwest State University, Kursk

INFLUENCE OF MYOCARDIAL INFARCTION ON PEOPLE OLDER AGE

With age, one of the main direct causes of death from cardiovascular diseases (CVD) is myocardial infarction (MI), which is one of the clinical forms of coronary heart disease. Mortality from myocardial infarction reaches 30-35% in patients over 60 years of age, hospitalized in specialized cardiological hospitals. As a rule, age-related patients with MI have many aggravating factors in the course of the disease: concomitant arterial hypertension, dyslipidemia, obesity, diabetes mellitus / impaired glucose tolerance, bad habits (smoking), and are more likely to suffer from depressive disorders and stress.

Keywords: myocardial infarction, cardiovascular diseases, ischemic heart disease.

Z. U. Protasova

Southwest State University, Kursk

FORMATION OF DESCRIPTORS FOR INTELLECTUAL SYSTEMS FOR FORECASTING CRITICAL CONDITIONS BY RESULTS RESEARCH OF THE CONTINUUM OF REVERSE VOLTAMPER CHARACTERISTICS OF THE BIOMATERIAL IN THE ANONOMOD ZONE

The study is aimed at creating intelligent technologies that allow predicting critical conditions of the human body. The forecast is carried out by analyzing the reaction of the board to test sequences of electrical voltage pulses supplied to a biologically active point or group of points corresponding to a critical state.

Keywords: bioimpedance studies, anomalous zones of electrical conductivity, biological active point, current-voltage characteristic.

A. V. Vinnikov

Southwest State University, Kursk

REVIEW OF METHODS FOR DIAGNOSING CARDIOVASCULAR DISEASES BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE

This article discusses the problem of diagnostics of cardiovascular diseases and methods of diagnostics of cardiovascular diseases based on artificial intelligence as a way to solve it.

Keywords: diagnostics, artificial intelligence, cardiovascular diseases, electrocardiography.

D. A. Konyaev¹, A. A. Titov²

¹*Tambovsky branch of " MNTC of eye microsurgery. academician S. N. Fedorov", Tambov*

²*Southwest State University, Kursk*

THE EFFECT OF VITAMIN D ON THE VISUAL FUNCTIONS OF PATIENTS WITH AMD AND CATARACTS IN THE ELDERLY

The aim of the study is to study the effect of vitamin D on the visual functions of patients with AMD and cataracts in old age in innovative and standard therapy.

Keywords: age-related macular degeneration, cataracts, old age.

M. V. Kiryutkin, M. V. Artemenko

Southwest State University, Kursk

PROSPECTS OF SMART-APPLICATIONS OF PREDICATIVE DIAGNOSIS OF ONCOLOGICAL DISEASES WHEN SCREENING

In work results of researches of a possibility of use of indicators of blood as the indicator variables allowing by decisive rules of the knowledge base of a predicative diagnostic expert system to perform early diagnosis of oncological diseases of a stomach are considered. On the basis of the analysis of trends of development of expert diagnostic systems the conclusion about emergence of the corresponding WEB SMART of the applications available as for individual, and collective use is drawn in the near future.

Keywords: oncological diseases, early diagnostics, screening, web – applications.

L. A. Bondareva, M. V. Sukhanova

Oryol State University named after I.S. Turgenev, Oryol

DEVICE FOR EVALUATING THE FUNCTIONAL STATE OF PLANT OBJECTS

The article presents the developed device for functional diagnostics of plants, whose use will allow for objective monitoring and assessment of the functional state of plants in order to obtain additional vital information, based on which it will be possible to implement algorithms for optimal regulation of the plant growing process and use the information to ensure the ecological well-being of the population.

Keywords: functional diagnostics, device for assessing the functional state, reflection, diffuse component, mirror component, plant leaves.

D. S. Rodionov

Southwest State University, Kursk

PYELONEPHRITIS DIFFERENTIAL DIAGNOSES BASED ON SOFT COMPUTING TECHNOLOGY

This article presents a method for the synthesis of fuzzy mathematical models for the diagnosis of various forms of pyelonephritis with an assessment of their severity. Diagnostics based on fuzzy logic of decision making with accuracy sufficient for medical practice. Practical application of the method and models will improve the quality of medical services for patients with kidney diseases and, in particular, in acute forms of pyelonephritis.

Keywords: pyelonephritis, serous form, purulent form, transitional class, fuzzy mathematical models.

M. B. Myasnyankin

Southwest State University, Kursk

METHOD OF VIRTUAL FLOWS FORMATION ON THE BASIS OF HYBRID NEURAL NETWORK TECHNOLOGIES FOR MEDICAL CALCULATO

Hybrid decisive modules with virtual streams for the formation of medical calculators are described. At the same time vector of input informative features consists of two subvectors: the first reflects real flows, the second reflects virtual flows. Virtual flows are used for identification of the hidden system links between observed and not observed features. Nonlinear models of virtual flows are formed by means of GMDH modeling. Neural network structures formed on the basis of nonlinear adalins are the result of GMDH -modeling. Using this method it is possible to form latent variables subvector of unlimited dimension.

Keywords: hybrid decision module, latent variable, GMDH model, neural network, aggregators of fuzzy decision rules.

N. S. Stadnichenko, Z. U. Protasova

Southwest State University, Kursk

TO THE QUESTION OF FORMING DESCRIPTORS USING ANISOTROPIC PROPERTIES OF BIOLOGICAL MATERIALS

Research is aimed at finding new methods for the formation of descriptors for intelligent systems for the diagnosis of infectious diseases, including viral ones. Infectious diseases at the cellular level affect the anisotropy of the passive electrical properties of the biomaterial. Therefore, for non-invasive and early diagnosis of these diseases, methods and tools are

needed to control the anisotropy of the passive electrical properties of biomaterials on living objects.

Keywords: descriptors, anisotropy of biomaterial, electrode matrix, bioimpedance.

E. A. Krasilnikova

Southwestern State University, Kursk

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF THE EFFECTIVENESS OF INFERTILITY TREATMENT

The paper presents the results of the study, using discriminant analysis (with the step-by-step exclusion of variables), formulas were obtained that can be used to predict the probability of sperm presence in testicular biopsies. An algorithm (decision tree) was developed to pre-biopsy to predict the likelihood of sperm detection in a suspension of testicular tissue .

Keywords: infertility, treatment, discriminant analysis, canonical correlation coefficient.

D. A. Mednikov, V.V. Starodubtsev

Southwest State University, Kursk

INCIDENCE OF WORKERS OF LOCOMOTIVE CREWS AND ITS ASSESSMENT WITH USE OF FUZZY LOGIC OF DECISION-MAKING

The paper reveals the features of the work of locomotive crews that lead to the appearance and development of occupational diseases. It is shown that to solve the problems of forecasting and diagnosing occupational diseases of railway transport workers, it is advisable to use fuzzy decision-making logic.

Keywords: occupational diseases of locomotive crews, railway transport, fuzzy logic.

D. S. Koptev

Southwest State University, Kursk

REDUCING ATMOSPHERIC PRESSURE AS A FACTOR OF INFLUENCE ON THE PHYSIOLOGICAL STATE OF THE PILOT DURING THE FLIGHT

The accelerated modernization of modern technical means provides the necessary platform for the growth of the tactical and technical characteristics of aircraft. However, the physiological capabilities of the pilot's body are limited for several reasons: pressure drops, oxygen deficiency, large overloads, etc., which is a barrier to further building up the technical potential of avionics. The article discusses the mechanisms of the effect of lowered atmospheric pressure on the physiological state of the pilot during flight, and also assesses the degree of influence of

this factor and its tolerance by the body based on analytical methods and initial experimental data.

Keywords: flight factor, functional state, partial pressure, hypoxia, flight safety.

D. V. Krasnopivtseva

Southwest State University, Kursk

THE BRAIN-COMPUTER INTERFACES ON THE BASIS ELECTROENCEPHALOGRAMS: COMPARATIVE ANALYSIS AND RECOMMENDATIONS

In article types of systems of the interface a brain computer on the basis of an electroencephalography are considered and also their merits and demerits by carrying out comparative analysis of the current state of developments of IMK are revealed. On the basis of the obtained data a conclusion about the future of the considered technology is formulated and recommendations about improvement of developments of IMK are offered.

Keywords: comparative analysis, the interface a brain computer, an electroencephalography, slow cortical potentials, sensomotor rhythms, the caused potentials, the imagined movements of fine motor skills.

I. A. Aseeva, V. G. Budanov

Southwest State University, Kursk

TO THE QUESTION OF CONSTRUCTION OF RISKOGENIC LANDSCAPES IN A DIGITAL EPOCH

One of the main purposes of the sociotechnical landscapes' method, developed within the framework and with the support of the RSF grant №19-18-00504 "Sociotechnical landscapes of digital reality: ontological matrices, ethical and axiological regulations, road maps and information support for management decisions", is an establishment of the degree and a forecast of the riskogenicity of certain digital and related technologies in relation to the anthropological and social constitutions of society and human. The paper considers riskogenic factors of digital media that deform the constitutional anthropological body-strata of the generalized corporeality ontology, developed in the approach of quantum synergetic anthropology. In addition, it substantiates the need to take into account basic social risks for employment, leisure, personal freedom and the protection of confidential information, which will also form markers of risky landscapes of sociotechnical environments.

Keywords: sociotechnical landscape, risks, anthropology, synergetics, quantum psychology, digital reality, complexity, personality, information protection, pandemic.

V. G. Budanov, V. I. Arshinov, M. V. Artemenko, I. A. Aseeva

Southwest State University, Kursk

SEMIOTIC AND DIGITAL SOCIOTECHNICAL LANDSCAPES AND ANTHROPOLOGICAL KEYS TO DIGITALIZATION

The paper considers various issues: the semiotic transition from a symbolic landscape to the construction of digital landscapes of correlates, indicators, markers; constructing local landscapes using different taxa under complex topology conditions. For the first time, concepts such as “name (taxon)”, “container” (including the knowledge base and rules of taxon functioning), anthropological key and anthropological and temporal profiles are introduced. Anthropological and social measurable changes in the human anthropological profile of the following characteristics (“bodies”) are considered: “Soma”, “Energy”, “Reaction”, “Emotion”, “Logic”, “Concentration”, “Intuition”, “Empathy”, “Will”, “Communicativeness of true reality”, “Communicativeness of virtual reality”, “Communicativeness of augmented reality”. For the first time, the concept of an anthropological key is considered in the form of a vector (linguistic variable), which includes 12 of these characteristics. It is proposed to use the following components of the temporal scale: temporality, reactions, movements, actions, practice (activity), customs (tradition), history, culture. The work gives anthropological profiles of various states of the elements of society and it is proposed to use the decimal logarithm of the relative intensity of the values of the proposed characteristics. A descriptive scale is given for various values of relative intensity. A hypothetical assumption is made about the possibility of restoring the values of the characteristics for the transition from a destructive to a normal state if at least one of them has not exhausted the adaptation reserve. The characteristics proposed in the article allow to quantitatively and qualitatively describe the behavior of various elements of STL in formal metrics, solving the problem of observability and controllability of STL in the context of digitalization of society. This creates a semantic foundation for the synthesis of appropriate decision support systems of varying degrees of automation.

Keywords: sociotechnical landscape, digitalization of society, taxon container, anthropological key, anthropological profile, temporal profile.

N. A. Korenevsky, S. N. Rodionova

Southwest State University, Kursk

SEMANTIC MODEL OF THE NETWORK KNOWLEDGE FOR THE EXPERTS SYSTEM OF ANALYZING BEHAVIOR OF SOCIO-TECHNICAL LANDSCAPES

The article discusses the semantic model of the knowledge base of an expert system for analysis and management of socio-technical landscapes. Landscapes characterize the interaction of social practices with digital technology. The paper also substantiates the network structure of the knowledge base with unified decision modules in network nodes.

Keywords: sociotechnical landscape, social practices, semantic model, knowledge base, network structure, digital technologies.

A. V. Maykova

Southwest State University, Kursk

PHILOSOPHICAL AND METHODOLOGICAL ANALYSIS OF DIGITAL REALITY TECHNOLOGIES: OPPORTUNITIES AND THREATS

The article discusses digital reality technologies, the views of scientists and public figures on their creation and application, as well as the opportunities and threats that new digital technologies and services entail. The publication was prepared with the support of RGNF Grant № "Social engineering landscapes of digital reality: ontological matrices, ethical and axiological regulations, road maps and information support of management decisions".

Keywords: digitalization, digital technologies, artificial intelligence, big data, opportunities, risks.

O. Grimov

Southwest State University, Kursk

SOCIAL NETWORK CULTURE: PROPERTIES, RISKS AND PROSPECTS

The article presents the results of a generalization of data obtained during an empirical study of social network culture. The basic parameters of the riskogenic and constructive potential of a social network culture are considered. The generalized conclusions and the main trends of the further development of the studied object are given.

Keywords: social network culture, network communication, digital reality.

S. L. Podvalny, E. M. Vasilyev

Voronezh State Technical University, Voronezh

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF GENETIC DIVERSITY ON THE EVOLUTIONARY STABILITY OF POPULATIONS

A Markov model of the evolution of populations with an unrecorded genetic fund and environmental conditions is presented. It is shown that the evolutionary stability of a population is determined by the ratio of the rate of accumulation of the gene pool and the rate of change of the environment. On the constructed model, quantitative confirmation of the existence of a critical size of the gene pool that determines the possibility or impossibility of stable evolution is obtained.

Keywords: evolution, population, genetic diversity, Markov model.

M. V. Artemenko

Southwest State University, Kursk

PILOT MODELING OF THE SOCIOTECHNICAL LANDSCAPE RESPONSE TO THE BLACK SWAN PHENOMENA: GARTNER CURVES AND THE DISTRIBUTION OF THE EPIDEMIC

At certain points in time, which, as a rule, coincide with the bifurcation points of the evolution of the socio-technical landscape, the phenomena of the "Black Swan" appear. The problem arises of predicting the response to such influences, reflected by certain transient processes. The purpose of this study is to develop and pilot study the possibilities of identifying Gartner curves and functions describing the spread of epidemics, considering them as a reaction socio-technical landscape on the external influences of digital and biological character when the phenomena of "Black Swan" and "Boomerang Punch" occur. Examples are considered: the development of the use of artificial intelligence and computer technologies in medicine and the spread of viral infection COVID-19. In comparison with foreign sources, it is shown that the reaction of the socio-technical landscape to poorly predictable influences is well described by second-order differential equations with a complex (generating a transient) function of the right-hand side.

Keywords: socio-technical landscape, digital expansion, social response, COVID-19, Gartner curves, self-organizing mathematical modeling.

O. E. Klyuchnikova¹, V. A. Klyuchnikova², V. G. Tselykovsky²

¹ *Southwest State University, Kursk*

² *Kursk State Medical University, Kursk*

DIGITAL LEARNING IN MODERN HEALTH CENTRES

In work original statement of development of model of process of management of training of students for use of information technologies on the basis of SADT technology is given. The principles of use of the developed model in educational process are considered.

Keywords: automated workplace (AW), medical information systems, structural and system model, IT technologies, methodology of the structural analysis and design, competence-based approach.

M. V. Artemenko

Southwest State University, Kursk

GARTNER CURVES AS- RETRO PREDICATIVE ILLUSTRATIVES THE TRANSFORMATION OF SOCIAL PRACTICES DEMANDS TO DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE "AGE OF CHANGE"

The paper considers the issues of representation and analysis of the transformation of the socio-technical landscape (STL) under impulse unpredictable impact of the external envi-

ronment. For this purpose, it is proposed to use the family of Gartner curves, which reflect the transient processes of the structural-parametric transformation of the landscape after an unpredictable change in the umvelt and the laws that support the existence and functioning of autonomous STL control systems. As an example, we consider the families of Gartner curves reflecting changes in the needs of social practices for digital technologies in special conditions arising in the process of society's struggle with the new viral infection Covid-19. A number of hypotheses about the properties of Gartner curves are put forward. The work is illustrated by the reactions of various social practices: medicine, education, social assistance, government services, e-commerce, communications (communications). The obtained formulas are given, reflecting the STL reactions, describing a differential homogeneous second-order equation with a generating function on the right-hand side.

Keywords: socio-technical landscape, Black Swan, structural-parametric transformation of society, family of Gartner curves.

Научное издание

**МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ – 2020**

Сборник научных статей по материалам
XXIII Международной научно-технической конференции
Часть 1
20-22 мая 2020 года

Редактор *О. А. Петрова*
Компьютерная верстка и макет *О. В. Кофановой*

Подписано в печать 22.09.2020. Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 17,6. Уч.-изд. л. 17,7. Тираж 100 экз. Заказ 52.
Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.
Отпечатано в ЮЗГУ.

