

## КОНЦЕПЦИЯ ЗА ИЗПОЛЗВАНЕ НА ИЗКУСТВЕН ИНТЕЛЕКТ ЗА АНАЛИЗ НА ВЪЗДЕЙСТВИЕТО НА ОКОЛНАТА СРЕДА ВЪРХУ ЧОВЕКА

Геннадий Маклаков<sup>1,2</sup>, Надежда Георгиева<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Научно-методически център за молекулярна медицина към МЗ на РФ - Санкт Петербург, Русия

<sup>2</sup>Научно-изследователски център за биофотоника - Смолян, България  
e-mail: gmaklakov@mail.bg; www.biophoton-research.eu

**Ключови думи:** постковиден синдром, рекреационни зони, рехабилитация, изкуствен интелект.

**Резюме:** Разгледани са принципите за създаване на експертна система (ЕС) за подкрепа при вземането на решения в случаи, когато за преболедували от коронавирус се организира рехабилитационен процес на базата на природотерапия. Знанията в ЕС са представени във вид на продукции от типа ситуация - действие. Неопределеността на информацията се отчита чрез коефициент на доверие. Процесът на самообучение на системата се осъществява по метода на Д. Мил. ЕС съдейства също за възстановяване на психическото състояние (прилагайки методи на физиотерапията, в частност, природотерапията), коригиране на професионалното изчерпване и повишаване работоспособността на персонала в аерокосмическия отрасъл.

## CONCEPT FOR USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR ANALYSIS OF THE IMPACT OF THE ENVIRONMENT ON HUMAN

Gennadii Maklakov<sup>1,2</sup>, Nadejda Georgieva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Scientific and methodical center for Molecular Medicine Ministry of Health of the Russian Federation - St.Petersburg, Russia

<sup>2</sup>Biophotonics Research Center - Smolyan, Bulgaria  
e-mail: gmaklakov@mail.bg; www.biophoton-research.eu

**Keywords:** Long COVID, recreational areas, rehabilitation, artificial intelligence.

**Abstract:** The principles for establishing an expert system (ES) to support decision-making in cases when a rehabilitation process based on nature therapy is organized for those who have Long COVID are discussed. Knowledge in the ES is presented in the form of productions of the type situation - action. Uncertainty of information is reported through a confidence factor. The process of self-learning of the system is carried out by the method of D. Mill. The ES is also helping to restore mental health (applying methods of physiotherapy, in particular nature therapy), correcting professional exhaustion and increasing the efficiency of staff in the aerospace industry.

### Въведение

Особеност на днешната ситуация е, че въпреки ръста на заболяванията от коронавирус, въпреки увеличението на тежките варианти и смъртните случаи, на преден план се появява проблемът с усложненията след боледуването от коронавирус.

Както показват наблюденията на учените и практикуващите лекари по света, у преболедувалите, даже в лека или безсимптомна форма, неочаквано се появяват усложнения – така нареченият постковиден синдром (ПС). Това се случва понякога след няколко седмици, понякога след няколко месеца. Обикновено под ПС е прието да се разбира дългосрочни патологични изменения, които се запазват повече от 3 месеца след заболяването. Тези изменения са не по-малко опасни от самото заболяване, защото сериозно се нарушава работата на сърцето и нервната система, появяват се поражения в главния мозък. За

съжаление последствията са много на брой. В тази статия няма да ги анализираме, тъй като на темата са посветени достатъчно много публикации.

Ще подчертаем обаче, че въпросът за възстановяването на постковидно болните става все по-актуален и ангажира сериозно вниманието на учените и лекарите. Всички са на мнение, че за организирането на ефективна рехабилитация е необходимо да се привличат различни тесни специалисти (кардиолози, пулмолози, невролози и т.н.). Но координация в тяхната работа се създава трудно. Засега в реална обстановка определянето на схема за рехабилитация ляга на плещите на лекаря терапевт (семеен лекар). Разбирате колко е сложна задачата му. Не стига че трябва да използва знанията на тесните специалисти, но е необходимо и през цялото време да допълва своите знания за коронавирусната инфекция. А информацията е достатъчно противоречива, дори указанията на СЗО и Министерството на здравеопазването често се налага да се коригират или преразглеждат. И така, имаме от една страна все по-нарастващ брой преболели от коронавирус, а значи и необходимост от рехабилитация, от друга – не достигат лекари, медицински персонал, които трудно се справят с огромната си основна работа по лечението. Липсват достоверни сведения за това как да се организират ефективни рехабилитационни процедури. При това, за съжаление, ситуацията по всяка вероятност ще се влошава.

При описаните обстоятелства изход от положението ние виждаме в използването на системи за изкуствен интелект (СИИ).

### **Проблемът коронавирус и СИИ**

Основните признаци на ПС (в западната литература: Long COVID) са в доста широки граници. Ще подчертаем някои от тях: слабост, депресия, отслабване на когнитивните функции, разстройване на терморегулацията. ПС е малко изучен феномен в съвременната терапевтична практика. Въпреки това вече е признат от световното медицинско съобщество и влезе в международната класификация на болестите МКБ-10. Според различни данни признаците на ПС се регистрират при 20 до 50 процента от преболелите от КОВИД-19.

Днес точна и еднозначна клинична картина на ПС не съществува. Наборът от симптоми варира при различните пациенти. У едни се появяват симптоми, напомнящи тези, които са усещани по време на заразяването, у други се появяват нови признаци. Такава вариационност се обяснява с индивидуалните свойства на организма, поражаване на различни органи. В 80 % от случаите с ПС се наблюдават пристъпи на много силна слабост. Повече от 50 % преболели са оплакват от нарушен ритъм на жизнена дейност (безсъние през нощта, дневна сънливост, промени в режима на сън и бодърстване). Депресивни състояния се срещат у 45-60 процента от постковидно болните. Тук отбелязваме само най-съществените и често проявяващите се симптоми. Анализ на всички симптоми е целесъобразно да се прави за медицинска аудитория.

Отчитайки високата степен на комарбидност на коронавируса, да се създаде веднага пълноценна СИИ за всички категории преболели е трудно. Причината е главно във факта, че трябва да се обработва голям обем информация за възможните нарушения в органите и системите, предизвикани от коронавируса. Във връзка с това като първи етап от създаването на консултанционни системи избираме рехабилитация с психологически и неврологичен профил, тъй като тези симптоми се срещат най-често. Става дума за депресия, когнитивни нарушения, нарушения в съзнанието и т.н.

Ориентацията на нашата система към лечение на посочените симптоми произтича и от друг много съществен момент: проявлението им силно ограничава възможностите на човека, намалява неговата работоспособност, влошава психоемоционалното му състояние, силно вреди на творческите му възможности. Казано по друг начин, сериозно нарушава качеството на живот. И още един доста важен аспект. Стабилизирайки психическото състояние на човека, се способства за повишаване на неговия имунитет (съгласно основните принципи на психоимунологията).

### **Теория на метода**

Под СИИ тук се разбира апаратно-програмен комплекс, който в тясна предметна област взема решения не по-лошо от професионален специалист. За реализиране на всички функции СИИ трябва да се състои от: наличие на БЗ (СИИ работи само със знания); системата трябва да умее да генерира нова информация на основата на вече получената; системата трябва да може да отговаря на въпроси на ползвателя от типа: как, по каква причина, защо и др. [1].

Тези блокове са задължителни. Без тях апаратно-програмният комплекс не може да бъде наречен СИИ. Освен тях е желателно да има допълнително следните блокове (те ще

увеличат функционалните възможности на системата): БД (данни, факти, константи, някои правила и др.); блок за избор на оптимална схема, за да докаже своите съждения на човека (избира се стратегия как отговорът да бъде убедителен); лингвистичен процесор и анализатор, който позволява да се осъществи общуването на системата с човешки говор и т.н.

За да се увеличи капацитетът на диагностичната СИИ, предлагаме да се включи съвременно медицинско и техническо оборудване в нейната структура, в частност, за оценяване на психическия статус.

Изследванията, проведени в Института за космически изследвания и технологии на Българската академия на науките (ИКИТ БАН) и в Научно-изследователския център по биофотоника, показват голяма ефективност при използване на биофотонна визуализация (ГРВ биоелектрографията) в психологическите изследвания на сигурността и поведението на човека в екстремни ситуации [2, 3]. В тази връзка е решено да се приложи тази технологията в диагностичната система с изкуствен интелект.

Проучванията ни показват, че най-перспективно направление в решаването на задачи, свързани с използването на СИИ за лечение и за рехабилитация – експертни консултационни системи (ЕС), с други думи интелектуални системи за подкрепа на лекарски решения. Под ЕС тук се разбира СИИ, основана на знанията на човек-експерт.

За изграждането на ЕС се определя обща схема за компютъризирана медико-психологична диагностика. Схемата се основава на принципа на минималната достатъчност, което означава, че искането за допълнителна информация се прави само при необходимост. С други думи, ЕС се опитва да постави диагноза по минимална информация за пациента и, само ако има несигурност при избора на диагноза, изисква допълнителна информация. Вторият принцип, който е заложен в системата, е самообучение (коригиране коефициента на сигурност на правилата в БЗ по резултатите от предишни изследвания).

При конструирането на ЕС се използва конвенционална схема, която е описана доста добре в литературата [1]. Затова структурна схема на ЕС в тази статия не е дадена. Отбелязано е, че ефективността на всяка ЕС се определя на първо място от структурата на БЗ и БД, механизма за извличане (интерпретатор на знанията) и подсистемите за придобиване на знания (подсистема за обучение). По-нататък се разглеждат характеристиките на изграждането на тези блокове, които се прилагат при диагностика на психо-физиологичното състояние на дадено лице.

Знанията в БЗ са представени във вид на продукции от типа: «АКО условие ТОГАВА действие».

При използване на продукции с цел разширяване възможностите на ЕС е предвидена способност в условната част да се използват връзките "И" и "ИЛИ". БЗ на ЕС се състои от ограничен набор от правила:  $P = \{P_1, P_2, \dots, P_m\}$  и ограничен набор от факти:  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ , така че условието за приложимост на всяко правило  $P_i$  от  $P$  има вида:

$$(1) \quad P_i : (a_{i1} \& a_{i2} \& \dots \& a_{is}) - a_m$$

където:  $a_m$  - е новият  $m$  факт, извлечен от фактите на условията  $a_{i1}-a_{is}$ .

Конкретните факти в базата данни са представени чрез тройки: "обект - атрибут - стойност". С други думи, фактите са представени, определяйки обектите, описвайки техните атрибути и давайки им еквиваленти (значения). Терминът "обект" се отнася както за физически обекти (например "прибор за ГРВ", "кардиограф" и т.н.), така и за общи представи (като "кръвно налягане", "главоболие" и др.п.). За да се организират фактите, името на обекта е свързано с името на атрибута, т.е. фактите са комбинирани в двойки "обект-значение".

За описване за фактите, включващи индекса на размиване (ниво на неопределеност на информацията), е използвана асоциативна тройка: "обект-значение-коефициент на доверие". Коефициентът на доверие (КД) е описан под формата на скала от 0 до 100. При КД = 0 вероятността на факта е нула, а за КД = 100 вероятността е единица. За да се отрази субективната оценка на достоверност на факта, са приети следните съответствия, представени в Таблица 1.

### Принципи за самообучение на ЕС

Същността на процеса на самообучение на ЕС се състои в това, че първоначално в работата на ЕС в БД са предвидени данни, които могат да имат не много висок коефициент на доверие (поради липса на достатъчно голям обем наблюдения).

Таблица 1. Оценка за достоверност на факта

Достоверност на факта	Значение на КД
Лоша	0...25
Посредствена	26...50
Добра	51...75
Отлична	76...100

По време на експлоатация, особено в началния период, се използва така нареченият режим на проверка, в който потребителят (квалифициран лекар) взема решение относно валидността на заключението, което прави ЕС. Ако той смята, че е правилно и подобрението в състоянието на болния е достатъчно добре изразено, дава указание на ЕС, чрез което данните от БД и БЗ се коригират според честотата на проявата на отделните симптоми.

Процесът на самообучение на системата се осъществява по метода на Джон Мил [5]. Тук се посочват най-кратко основните му положения. В съответствие с метода се формират матрици съответно за положителни (М +) и отрицателни (М -) хипотези, както следва: линии - признаци (симптоми), които действат в ролята на кандидати за достоверна хипотеза, колони на последствията, които ни интересуват (диагноза според съответната нозологична форма). Като елемент  $M_{ij}$  на матриците се проявява коефициентът на доверие. Елементът  $M_{ij}$  може да приеме стойностите:  $M_{ij} = 0$  - хипотезата винаги е невярна;  $M_{ij} = 1$  - хипотезата винаги е вярна;  $M_{ij} = 1/N$  - достоверността на хипотезата не е известна (N е броят на фактите, налични в момента в матрицата);  $M_{ij} = K/N$  е конкретната стойност на коефициента на доверие ( $0 < K/N < 1$ ). В процеса на натрупване на нова информация стойността на елемента  $M_{ij}$  се доближава до 0 или 1 или се държи като осцилационен (колебателен) процес. Във втория случай след 5 периода се приема средната стойност на коефициента на доверие.

### Формиране на БД и БЗ

Информацията в БД и БЗ трябва да отразява най-новите постижения във възстановителната медицина, а именно, влиянието на околната среда върху човека с цел възстановяване на психосоматичното му състояние.

Най-достоверна информация в тази област притежават практическите специалисти (експерти) – лекари и психолози. При събирането на информация на експертите се препоръчва да използват метода Delphi [6]. Степента на съгласуваност на експертите се оценява с помощта на коефициента на съгласуваност (конкордация) [6].

Структурата на БД и БЗ е взета от създадена от мен по-рано диагностична ЕС за подкрепа вземането на решения при избора на оптимална стратегия за лечение на пациенти с коронавирус. В началото на 2021 г. стана ясно, че един от основните проблеми на КОВИД-19 е предотвратяването на развитието на усложнения след боледуване, затова започна нейното препрофилиране за новите задачи. Предвид големия напредък във възстановителната медицина и фокусирането ѝ върху методите на природотерапията, усилията са съсредоточени върху създаването на база от знания, позволяваща избор на оптимална стратегия за използване на естествени климатични фактори за възстановяване на човека след коронавирусна болест.

При създаването на ЕС са използвани резултати от наши експедиции за изследване влиянието на околната среда върху човека, проведени през 2016-2021 г. В БД и БЗ е въведена такава информация, получена при проучвания в Родопите, Стара планина, Рила [7, 8].

Както вече беше казано, предпочитан метод за оценяване на влиянието на околната среда върху човека е биофотонната визуализация. При въвеждане на информацията в БД и БЗ ръководни са някои положения свързани с оценяване влиянието на околната среда върху човека [4]:

- 1) регистриране с ГРВ грами, получени с оптоелектронен сензор;
- 2) регистриране на ГРВ грами на пръстите на ръката;
- 3) определяне по получените ГРВ грами параметрите на хомеостазата и адаптационните резерви на организма.

Проведени по-рано проучвания дават основание да се определят като най-информативни за изследване на адаптационните резерви следните показатели: обща площ на изображението, вариабелност на общата площ на светене, средна яркост на изображението, коефициент на формата, коефициент на фракталността, коефициент на ентропията [4].

На първия етап БД и БЗ са формирани по наши изследвания в Стара планина (Крушунския район) и в Родопите [7, 8].

При това е използвана предишната среда на диагностична ЕС за оценяване и прогнозиране на психо-физиологичното състояние на авиационен персонал [9], при която съдържанието на БЗ и БД се заменя. Продължава събирането на информация от експерти в областта на природотерапията във водещи научни и учебно-образователни институти в Русия.

### **Апробация на ЕС**

Въз основа на принципите, изложени по-горе, е създаден демонстрационен прототип на ЕС за оценяване на въздействието на околната среда върху човека и формиране на препоръки за оптимизиране процеса на рехабилитация за болни с постковиден синдром. В момента ЕС се тества в клинични и научни центрове в Русия и Украйна.

По-надолу е представен фрагмент от диалог между ЕС и потребител. Режимът на работа е: "Избор на препоръки за рехабилитация". Приети означения: П - искане на потребителя (лекар физиотерапевт или психолог с подходяща квалификация); ЕС - отговор на експертната система на поставения въпрос.

Забележка. Предварително в диалога с ЕС е въведена в БД анамнезата на болния и резултатите от неговите клинични изследвания.

.....

**П:** Актуализация на данни. Пациент № 57.

**ЕКС:** Изпълнено.

**П:** Нормализация на психическото състояние.

**ЕКС:** На пациента се препоръчва пребиваване в парка Маарата (местността Крушунски водопади, Стара планина). КД = 0,77.

**П:** Защо?

**ЕКС:** В спектъра на звука от водата в Крушунските водопади преобладават нискочестотните компоненти, близки до честотите на мозъка. Именно те водят до стабилизация на психоемоционалното състояние и активизация на вътрешните психически ресурси, способстват за намаляване на стреса. КД = 0,9.

**П:** Фактори?

**ЕКС:** Йонизация на въздуха, бял шум (white noise) от падащата вода. КД=0,95

**П:** Обосновка?

**ЕКС:** Публикация: Маклаков Г., Георгиева Н. Приложение на метода газоразрядна визуализация за изследване на перспективни рекреационни зони в Крушунския край (България). // Международна научна конференция «Космос. Екология. Сигурности "SES-2017"». Сборник доклади. ИКИТ-БАН. София. 2017. С. 255-261

.....

Необходимо е дебело да подчертаем, че СИИ в никакъв случай не заместват специалиста (еколога, психолога, лекаря). Те само му помагат да приеме решение. От гледна точка на психиката СИИ намаляват психическата инерция на мислене, позволяват по нов начин да се погледне получената клинична картина. Според нашето мнение това е изключително важно, защото на човека често се налага да приема ново решение, когато случаят не е отразен в препоръките. Разбира се, такива случаи най-често се срещат при лечение, но и при рехабилитация лекарят също така често се сблъсква с неочевидни задачи.

Още веднъж ще подчертаем, че СИИ не заменят човека във вземането на решение, а само му помагат ефективно и бързо да решава в сложни ситуации, в частност при провеждане на лечебно-възстановителни програми.

### **Заклучение**

Както показва експерименталната експлоатация, експертната консултационна система може с успех да се използва за анализ на въздействието на околната среда върху човека. На тази база тя е в състояние да предложи оптимални схеми за рехабилитация на болни с постковиден синдром. Експертната консултационна система може също да се приложи за избиране схеми за рехабилитационна корекция на операторите на сложни ергатични системи, по-специално за възстановяване на психическото състояние, коригиране на професионалното изчерпване и повишаване работоспособността на работещите в аерокосмическия отрасъл.

## Литература:

1. Искусственный интеллект: В 3 кн./Кн.1. Системы общения и экспертные системы: Справочник/ Под ред. Э. В. Попова.- М.: Радио и связь, 1990.
2. Маклаков, Г., П. Гецов, Перспективи за използване на ГРВ биоелектрографията в психологическите изследвания на сигурността и поведението на човека в екстремални ситуации. Международна конференция «Приложната психология: възможности и перспективи». Сборник доклади. ВСУ, Варна. 2017, с. 193–206.
3. Маклаков, Г., Гецов П. Система за комплексна рехабилитация и профилактика на нарушенията в психосоматичното състояние на операторите на ергатични комплекси. // Конференция с международно участие по авиационна, автомобилна и железопътна техника и технологии „БулТранс-2017“. Сборник доклади. ТУ-София. Созопол. 2017, с. 29–32.
4. Маклаков, Г., Георгиева Н. Възможности за използване на ГРВ технологията за мониторинг на околната среда. // Международна научна конференция «Космос. Екология. Сигурност. SES 2016». Сборник доклади. ИКИТ-БАН. София. 2016, с. 327–334.
5. Финн, В. О машинно-ориентированной формализации правдоподобных рассуждений в стиле Ф. Бекона - Д. С. Миля. Семиотика и информатика, Вып.20, ВНИИТИ. 1983.
6. Бешелев, С., Гурвич Ф. Математико-статистические методы экспертных оценок.- М.: Статистика. 1980
7. Маклаков, Г., Георгиева Н., Караиванов М. Приложение на биофотонната визуализация за мониторинг на рекреационни зони в Родопите и въздействието им върху психосоматиката на човека. // Международна научна конференция «Космос. Екология. Сигурност “SES 2020”». Сборник доклади. ИКИТ-БАН. София. 2020, с. 298–303.
8. Маклаков, Г., Георгиева Н. Приложение на метода газоразрядна визуализация за изследване на перспективни рекреационни зони в Крушунския край (България). // Международна научна конференция «Космос. Екология. Сигурност SES 2017». Сборник доклади. ИКИТ-БАН. София. 2017, с. 255–261.
9. Маклаков, Г. Концепция за използване на изкуствен интеллект при оценяване и прогнозиране на психо-физиологичното състояние на авиационен персонал. // Конференция с международно участие по авиационна, автомобилна и железопътна техника и технологии „БулТранс-2018“. Сборник доклади. ТУ-София. Созопол. 2018, с. 51–54.