

УДК 004.82

DOI: 10.26102/2310-6018/2019.26.3.022

М.Б. Гузаиров, Н.И. Юсупова, О.Н. Сметанина, Т.В. Наумова,
Е. Ю. Сазонова, А.И. Агадуллина

**ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ПСИХОФИЗИЧЕСКОЙ ГОТОВНОСТИ
К ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ОСНОВЕ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

*ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический
университет», Уфа, Россия*

В статье приведены результаты анализа современного состояния проблемы Data Mining и формализации знаний для поддержки принятия решений. Приводится значимость профессионально важных качеств (ПВК), существенно влияющих на эффективность труда любого специалиста. В связи с чем акцент сделан на модели и методы интеллектуальной поддержки принятия решений при развитии ПВК. На сегодняшний день накопился большой объем знаний по взаимосвязи ПВК, психофизического состояния человека и влияние на него физических упражнений. Источником таких знаний могут быть учебники, монографии, знания эксперта. Отмечено, что учет подготовки обучающихся в группах за счет выявления студентов со схожими характеристиками позволит формировать рекомендации для групп и проводить совместную физическую подготовку. Дается формальная постановка задачи поддержки принятия решений при развитии ПВК для эффективного выполнения профессиональной деятельности, которая заключается в формализации экспертных знаний (тесты по оценке ПВК, упражнения на развитие ПВК) и неявных знаний, полученных с использованием Data Mining результатов тестирования по оценке ПВК. В данной статье авторами не рассматриваются вопросы извлечения знаний, а только вопросы их формализации и использования для принятия решений в системе поддержки принятия решений с использованием технологии экспертных систем. Результаты исследования, представленные в статье, поддержаны грантами РФФИ 19-07-00709 и 18-07-00193.

Ключевые слова: технологии экспертных систем, поддержка принятия решений, Data Mining, профессионально важные качества, формализация знаний.

Введение

Профессионально важные качества (ПВК) существенно влияют на эффективность труда любого специалиста. Поэтому их развитие видится актуальным и своевременным. Авторы в процессе исследований, проводимых в данной области, ранее уже делали обзоры работ по совершенствованию ПВК [1].

Следует отметить, что актуальность и имеющиеся проблемы в области систем, основанных на знаниях, демонстрирует множество публикаций отечественных и зарубежных ученых. Вопросами формализации знаний и принятия решений с их использованием занимались, как с точки зрения рассмотрения теоретических аспектов, Гаврилова Т. А., Люггер Джордж Ф.,

Поспелов Д. А., Попов Э. В., Хорошевский В. Ф., Varahona P., Ribeiro R., Lee D.T., Chervinskaya K.R., так и с точки зрения практического использования, Кравченко Т. А., Баканова М. Б., Лежнина М. В., Маренко В. А. и др. В области интеллектуального анализа известны работы Никоноровой М. Л., Кузнецовой А. В., Сенько О.В., Kaur S., Omisakin O. M., Philbert A., Mutihac R. и др. Исследования демонстрируют, что для систем, основанных на знаниях, принципиально изучение проблемной области. Значимыми будут как знания о предметной области, так и решаемые задачи.

В статье представлены результаты исследования авторов, которое направлено рассмотрение моделей и методов для организации интеллектуальной поддержки принятия решений при развитии ПВК для эффективного выполнения профессиональной деятельности. По результатам анализа предметной области выявлены знания о наиболее значимых ПВК, содержащиеся в профессиограммах, и связанные с психофизическими качествами человека. Кроме того, требуются экспертные знания о средствах оценки данных качеств/характеристик в виде тестов и знания о развитии тех или иных психофизических качеств человека с использованием специальных физических упражнений. Отмечено, что учет подготовки обучающихся в группах за счет выявления студентов со схожими характеристиками позволит формировать рекомендации для групп и проводить совместную физическую подготовку. Таким образом, для решения поставленной задачи необходимы формализованные знания и методы кластеризации для выявления групп студентов.

В статье предложено использовать продукционные модели и методы интеллектуального анализа для организации интеллектуальной поддержки принятия решений по развитию профессионально важных качеств человека.

Современное состояние проблемы Data Mining и формализации знаний для поддержки принятия решений

Для организации интеллектуальной поддержки принятия решений в проводимом исследовании требуются экспертные знания. Как правило, такие знания носят эвристический характер. Экспертные системы поддержки принятия решений созданы для множества сфер человеческой деятельности. Теоретические аспекты и практические реализации технологий экспертных систем для поддержки принятия решений отражены в работах как российских, так и зарубежных исследователей [2-11]. В публикациях рассмотрены:

- особенности СППР, созданных с использованием технологий экспертных систем, и позволяющих осуществлять выбор вариантов решений для неструктурированных и плохо структурированных задач [2, 3],
- вопросы интеграции прикладных ИС организационного управления с модулями «интеллектуальной поддержки управления» с

целью накопления взаимосвязанной информации об управленческих процессах, проходящих в организации [4],

- вопросы эффективности применения систем при решении проблемных ситуаций в условиях неполноты и неструктурированности исходной информации [5, 6, 10],
- вопросы интеграции СППР и экспертных систем [7, 8, 10, 11],
- концепция отражения в системе знаний и предпочтений опытного специалиста в рассматриваемой области и лица, принимающего решения [9].

В работах описываются системы, созданные для различных предметных областей и задач. Решение об использовании технологий экспертных систем обусловлено их достоинствами, которые заключаются, в частности, в возможности принятия решений в ситуациях с неизвестным заранее алгоритмом, на основе формирования решения с использованием данных и правил из базы знаний. Возможно решение задач в условиях неполноты, недостоверности, многозначности исходной информации и качественных оценок процессов.

Для возможности манипулирования знаниями они должны быть представлены в виде пригодном для использования в компьютере. В настоящее время широко известными моделями представления знаний выступают логические, продукционные, фреймовые, семантические сети. Каждая из них имеет свои преимущества. Исследованиями в области формализации знаний занимаются многие специалисты, как в России, так и за рубежом [12-22]. В работах отражены результаты исследований. В частности, рассмотрены вопросы: о способах получения знаний с их последующей формализацией [12, 16-18], практической реализации систем с использованием формализованных знаний [13, 14-16, 19-22]. Следует отметить, что специфика предметных и проблемных областей требует дополнительных исследований.

В рамках статьи авторы полагают получить неявные знания на основе анализа данных, в частности, с использованием технологий Data Mining. Данный инструментарий направлен на выявление скрытых закономерностей и взаимосвязей между переменными. Процесс анализа предусматривает исследование, разработку модели/ или структуры и ее проверку. Зачастую, для принятия решений используются результаты в виде эвристик. В области Data Mining также может быть использован так называемый «черный ящик». На данный момент существует множество инструментов Data Mining, в основе которых лежат машинное обучение (деревья решений для классификации данных с использованием весовых коэффициентов, ассоциативные правила для классификации данных на основе набора правил, нейронные сети для прогнозирования или

кластеризации, генетические алгоритмы) визуальное представление информации.

Data Mining используется для анализа данных, собранных в различных областях деятельности человека. Вопросы получения неявных знаний на основе интеллектуального анализа данных рассмотрены в работах [23-33]. Авторы отражают как теоретические аспекты анализа [25, 28, 31, 33], так и практические результаты интеллектуального анализа данных [23-28, 30, 32].

Результаты анализа работ в области Data Mining позволили сделать вывод о возможности использования его средств для получения неявных знаний, и применении полученных знаний для информационной поддержки принятия решений в рассматриваемой предметной области.

Результаты анализа проблемной области позволили сделать вывод о возможности использования продукционной модели знаний. На данном этапе исследования авторы также предполагают использование продукционной модели представления знаний для формализации результатов Data Mining.

Постановка задачи, процесс сбора и обработки данных для формирования рекомендаций

Исследование авторов направлено на организацию поддержки принятия решений при развитии ПВК для эффективного выполнения профессиональной деятельности. Результаты анализа предметной области показали, что из профессиограмм можно извлечь знания о наиболее значимых ПВК, которые связаны с психофизическими качествами человека. Кроме того, требуются знания о средствах оценки данных качеств/характеристик в виде тестов. Дополнительно необходимы экспертные знания о развитии тех или иных психофизических качеств человека с использованием специальных физических упражнений. Формализованные и загруженные в базу знания позволят формировать рекомендации. Учет подготовки обучающихся в группах за счет подбора студентов со схожими характеристиками позволит формировать рекомендации для групп и проводить совместную физическую подготовку (Рисунок 1).



Рисунок 1 - Процесс сбора и обработки данных для формирования рекомендаций

Формальная постановка задачи поддержки принятия решений при развитии ПВК для эффективного выполнения профессиональной деятельности заключается в формализации экспертных знаний (тесты по оценке ПВК, упражнения на развитие ПВК) и неявных знаний, полученных с использованием Data Mining результатов тестирования по оценке ПВК. Решения представлены рекомендациями в виде комплекса физических упражнений.

Математическая постановка задачи может быть сформулирована следующим образом.

Дано: множество профессиограмм $P = \langle p_1, p_2, \dots, p_s \rangle$, $k = 1, \dots, s$ каждая из которых включает множество ПВК для конкретной профессии $X = \langle x_{11}, x_{12}, \dots, x_{mn} \rangle$ ($i = 1, \dots, m$ – значение i -ого ПВК, $j = 1, \dots, n$ – j -го обучающегося); значение i -ого ПВК – есть результат тестирования (тест T_k); множество физических упражнений $FU = \langle f_{u1}, f_{u2}, \dots, f_{uo} \rangle$, позволяющих совершенствовать значение некоторого ПВК; комплекс упражнений KU_i как подмножество FU , $KU_i \subseteq FU$.

Построить: систему правил RULE, позволяющих формулировать рекомендации – RULE: $F = \langle \bar{x}, KU_i \rangle$. При этом консеквент правила представлен комплексом специальных упражнений для подготовки KU_i антецедент – граничными значениями одного или нескольких ПВК.

При наличии групповой подготовки обучающихся на занятиях по физическому воспитанию предусмотрено формирование рекомендаций для групп обучающихся со схожими характеристиками (значениями ПВК).

Методы и средства анализа данных и формализация знаний

Описанный ранее процесс сбора и обработки данных для формирования рекомендаций представлен тремя этапами: начиная со сбора данных в виде оценки ПВК и формализации знаний о влиянии физических

упражнений на те или иные ПВК до формирования рекомендаций. Поскольку постановка задачи предполагает решение только третьего этапа, то рассмотрим его более подробно.

Методика решения поставленной задачи включает три этапа: подготовка данных к анализу путем использования алгоритмов очистки данных (обнаружение аномалий, заполнение пропусков, выявление дублей и противоречий) и выявление сходства объектов путем кластеризации с использованием аппарата нейронных сетей (сеть Кохонена) (1); выявление новых знаний в виде схожих объектов-обучающихся, имеющих близкие значения ПВК, их интерпретация (2) позволяют сформулировать рекомендации по совершенствованию психофизических свойств в виде комплекса упражнений (3). Результатом является сформированная продукционная база знаний.

Для выявления групп обучающихся со схожими характеристиками используется аппарат нейронных сетей, используемых для кластеризации, в частности сеть Кохонена. При описании сети Кохонена определяются ее характеристики (Рисунок 2), архитектура слоя конкурирующего типа и процесс обучения сети (Рисунок 3).



Рисунок 2 - Характеристика сети Кохонена

При подаче на вход вектора признаков победителем становится нейрон, веса которого $w_i = [w_{i1}, w_{i2}, \dots, w_{in}]$ в наименьшей степени отличаются от соответствующих компонентов входного вектора x : $d(x, w_j) = \min_{1 \leq i \leq m} d(x, w_i)$, где m – количество нейронов, j – номер нейрона-победителя, $d(x, w)$ – расстояние (метрика) между векторами x и w . При решении задач кластеризации могут быть использованы различные метрики, например, Махаланобиса, евклидова и пр. Наиболее часто используется евклидово расстояние $d(x, w_i) = \|x - w_i\| = \sqrt{\sum_{j=1}^n (x_j - w_{ij})^2}$. Обучение весов w_i осуществляется по правилу [34] $w_i(k+1) = w_i(k) + \eta_i(k)[x - w_i(k)]$, где $\eta_i(k)$ – коэффициент скорости обучения i -го нейрона. В сети используются нейроны типа «победитель получает все». Номер активного нейрона определяет кластер, к которому наиболее близок входной вектор. Слой

конкурирующего типа включает конкурирующую функцию активации (см. Рисунок 3).

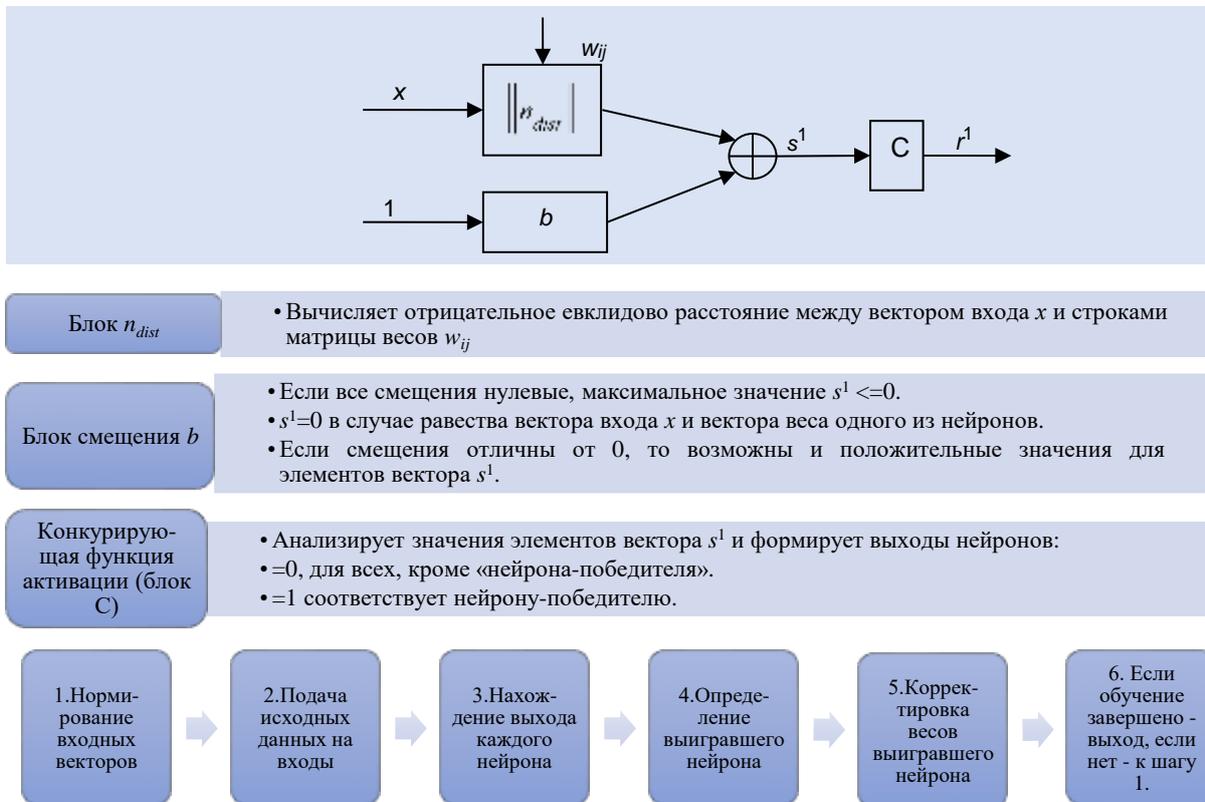


Рисунок 3 - Архитектура слоя конкурирующего типа и алгоритм обучения.

Нормирование входных векторов $x' = \frac{x_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_i^2}}$ позволяет повысить

скорость обучения сети. Коррекция «выигравшего» нейрона направлена на еще большее сходство с входным вектором. И как, следствие, этот нейрон скорее выиграет конкуренцию при подаче на вход близкого вектора и проиграет при подаче существенно отличающегося вектора [34]. Таким образом, сеть учится классифицировать. В начале процедуры настройки всем нейронам конкурирующего слоя присваивается одинаковый параметр активности.

Для анализа данных используется аналитическая платформа Deductor Studio.

При настройке сети возможно использование следующих способов установки параметров (Рисунок 4).

Скорость обучения	<ul style="list-style-type: none"> • в начале обучения (по умолчанию 0,3); • в конце обучения (по умолчанию 0,005); • текущее значение скорости обучения на момент текущей эпохи T определяется по формуле 1.
Радиус обучения	<ul style="list-style-type: none"> • в начале обучения (по умолчанию 3); • в конце обучения (по умолчанию 0,1). • текущий радиус обучения в эпоху T определяется по формуле 2.
Функция соседства	<ul style="list-style-type: none"> • для Ступенчатой функции: «соседи» для нейрона-победителя - все нейроны, линейное расстояние на карте до которых не больше текущего радиуса обучения. • Для Гауссовой функции: «соседи» для нейрона-победителя - все нейроны карты, но в разной степени полноты. • степень соседства определяется по формуле 3.
Уровень значимости	<ul style="list-style-type: none"> • автоматически определяет количество кластеров (по умолчанию 0,1); • параметр используется для выделения кластеров алгоритмом G-means; • возможна установка фиксированного количества кластеров (по умолчанию 7).
Остановка обучения	<ul style="list-style-type: none"> • ошибка, т.е. ошибка меньше которой пример считается распознанным (по умолчанию 0,05); • критерий останова - условие, что рассогласование между эталонным и реальным выходом карты становится меньше заданного значения; • ошибка - расстояние от вектора признаков примера x до вектора признаков ближайшей ячейки i: $Error=d(x,y)$.

Рисунок 4 - Параметры нейронной сети

Ряд параметров определяется следующим образом [35]: текущее значение скорости обучения: $v = v_s \left(\frac{v_e}{v_s} \right)^{\frac{T}{T_{\max}}}$, где v_s, v_e – скорости обучения в начале и в конце соответственно, T_{\max} – максимальное количество эпох (задается в параметрах останова обучения); текущий радиус обучения

$R = R_s \left(\frac{R_e}{R_s} \right)^{\frac{T}{T_{\max}}}$, где R_s, R_e – радиусы обучения в начале и в конце

соответственно; степень соседства $h = e^{-\frac{d^2}{2r}}$, где h – значение, определяющее степень соседства, d – линейное расстояние от нейрона победителя до нейрона «соседа», r – текущий радиус обучения.

Осуществлять формализацию знаний предложено с использованием продукционной модели, в основе которой лежит правило: *IF* < условие > (антецедент; можно формировать с помощью логических функций *AND, OR*), *THEN* < действие > (консеквент). Антецеденты и консеквенты формируются из атрибутов и значений.

Для рассматриваемой задачи консеквент представляет собой рекомендацию – комплекс физических упражнений. Он может быть

сформирован с использованием знаний о связи уровня значений характеристик и физических упражнений для совершенствования профессионально важных физических качеств и психофизиологических свойств. Фрагмент классификации физических упражнений и их примеры представлены на Рисунке 5. Предполагается в развитии исследований указанную классификацию также формализовать.



На равновесие	<ul style="list-style-type: none"> ГХР1: Стоя на носках (ноги вместе), наклонить голову до предела назад, удерживать это положение 15-20 секунд. То же, но с закрытыми глазами, стоять 10-15 секунд. ГХР2: Стоя на носке правой ноги, руки на поясе, выполнить 8-10 маховых движений прямой левой ногой вперед-назад (с полной амплитудой движений). То же другой ногой.
На координацию	<ul style="list-style-type: none"> ГХК1: Сохранять равновесие, стоя на одной ноге в течение минуты, руки разведены в стороны. Голова поворачивается то влево, то вправо. Взгляд не фиксируется и не помогает сохранять равновесие. С развитием навыка закрыть глаза. ГКХ2: Стоя на одной ноге, подпрыгнуть и приземлиться на другую ногу. Следующее подпрыгивание – приземление в исходную позицию. Выполняется в течение нескольких минут.
На расслабление	<ul style="list-style-type: none"> ГКРa1: Исходное положение ноги на ширине плеч, поднимите руки вверх, напрягите плечи и мышцы рук, затем уроните руки вперед, выполняя резкий наклон, расслабляя мышцы рук. Вернитесь в исходное положение. ГКРa2: Лягте на пол, поднимите ноги вверх, выполнив упражнение «березка», потихоньку по трясите ногами, опускайте ноги, сгибая тело, расслабляя их мышцы.

Рисунок 5 - Фрагмент классификации физических упражнений и их примеры

Проведение эксперимента

Эксперимент был проведен со студентами, обучающимися по направлениям подготовки в области ИТ. Результаты анализа ПВК в профессиограммах программиста, специалиста по защите информации и по информационным системам представлены на Рисунке 6. Как видно из рисунка, ПВК, даже для специалистов ИТ направлений несколько отличаются. Это обусловлено, прежде всего, тем, что согласно профессиональным стандартам профессии отнесены к разным квалификационным уровням.

программист	<ul style="list-style-type: none">• хорошее зрение,• оперативная память,• устойчивое концентрированное внимание,• стойкая работоспособность,• аналитическое мышление,• дисциплинированность
специалист по защите информации	<ul style="list-style-type: none">• креативность, творческое мышление;• хорошо развитое внимание;• хорошая память;• системность и гибкость мышления, аналитическое мышление;• нацеленность на результат;• высокая самомотивация на освоение новых знаний;• организованность;• высокая эмоциональная устойчивость;• коммуникабельность, умение работать в команде.
специалист по ИС	<ul style="list-style-type: none">• креативность, творческое мышление;• хорошо развитое внимание;• хорошая память;• системность и гибкость мышления, аналитическое мышление;• нацеленность на результат;• высокая самомотивация на освоение новых знаний;• организованность;• высокая эмоциональная устойчивость;• коммуникабельность, стрессоустойчивость;• управленческие навыки.

Рисунок 6 - Профессионально важные качества профессиограмм

Используя знания экспертов о средствах оценки ПВК подбираются тесты [22,36]. Для оценки ПВК программиста использованы тесты: теппинг-тест, тест зацеп, тест Шульте, бег к пронумерованным местам, проба Яроцкого. Фрагмент исходных данных для анализа приведен в Таблице 1.

Таблица 1 – Фрагмент исходных данных дня анализа

Фамилия И.О.	Значение Теппинг теста	Значение теста «Зацеп»	Значение Тест Шульте	Тест «бег к пронумерованным Местам»	Проба Яроцкого
ФИО1	162	150	24	8,6	35
ФИО2	155	63	47	9,5	38
ФИО3	165	35	37	8,8	25
ФИО4	176	96	33	10,4	39
...

Результаты кластерного анализа (Рисунок 7, Таблица 2) и их интерпретация позволяют сформулировать рекомендации для выявленных групп.

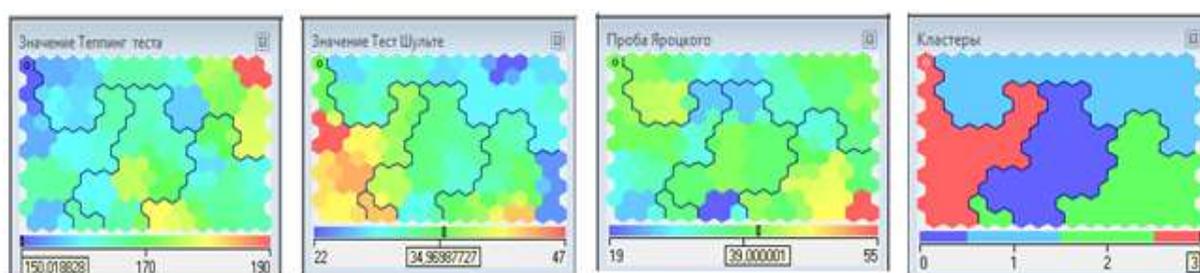


Рисунок 7 – Результаты кластерного анализа

Анализ полученных результатов показывает, что студенты, вошедшие в кластер 2, могут выполнять базовый комплекс упражнений. Для студентов, составляющих кластер 1, следует выполнять упражнения, которые позволят развить статическую силовую выносливость мышц кистей рук. Для незначительной части (значение показателя теста «проба Яроцкого» которых менее 39) группы также добавляются упражнения на равновесие.

Для студентов, вошедших в кластер 0, характерен комплекс, аналогичный для предыдущего кластера. В дополнение к этому комплексу, необходимы упражнения на пространственную ориентацию и память.

Самой «сложной» группой оказался кластер 3. В данном случае необходимо составлять комплекс, способствующий совершенствовать все «характеристики».

Таблица 2 – Анализ результатов

Наименование теста	№ кластера			
	0	1	2	3
Теппинг тест («ТТ») (характеристика нервной системы)	160-180	165-190	155-180	150-170
Тест «Зацеп» («ТЗ») (статическая силовая выносливость мышц кистей рук)	40-180	30-63	105-145	45-105
Тест Шульте («ТШ») (характеристика объема, распределения и переключения внимания)	28-40	22-30	22-40	34-47
Тест «бег к пронумерованным местам» («ТБ») (пространственная ориентация и память)	9,75-10,7	7,8-8,8	7-8,8	7,9-9,7
Тест «проба Яроцкого» («ТЯ») (общее равновесие)	19-39	30-43	39-50	23-39

Примерами правил могут служить следующие:

Rule 1. ЕСЛИ $155 < T1 = "ТТ" < 180$ И $105 < T2 = "ТЗ" < 145$ И $22 < T3 = "ТШ" < 40$ И $7 < T4 = "ТБ" < 8,8$ И $39 < T5 = "ТЯ" < 50$, ТО $KU_{\text{базовый}}$;

.....

RULE n. ЕСЛИ $165 < T1 = "ТТ" < 190$ И $30 < T2 = "ТЗ" < 63$ И $22 < T3 = "ТШ" < 30$ И $7,8 < T4 = "ТБ" < 8,8$ И $30 < T5 = "ТЯ" < 43$, ТО KU_1 ; где KU_1 – базовый комплекс упражнений дополняется упражнениями, позволяющими развивать статическую силовую выносливость мышц рук.

Последующее тестирование подтвердило успешность исследования. Были получены более совершенные результаты.

Заключение

Широкораспространенные технологии экспертных систем могут быть использованы для поставленной задачи организации интеллектуальной поддержки принятия решений при развитии профессионально важных качеств. Рекомендации могут быть получены как для одного обучающегося для самостоятельного выполнения физических упражнений, так и для подготовки в группе. Для этого решается задача кластеризации с использованием интеллектуального анализа данных.

В качестве экспертных знаний используются знания о профессионально важных качествах для конкретной профессии, связанные с ними тесты по их оценке, и средства развития и совершенствования профессионально важных физических качеств и психофизиологических свойств в виде физических упражнений и занятий спортом.

Анализ ПВК различных профессиограмм показал, что даже для IT направлений они отличаются, в основном за счет того, что относятся к различным квалификационным уровням. На более высоких уровнях необходим выбор дополнительных тестов, и как следствие, дополнительный набор физических упражнений.

Для анализа данных используются средства Data Mining, рекомендации формализуются в виде системы продукционных правил. Консеквент правила представлен комплексом специальных упражнений для подготовки, антецедент – граничными значениями одной или нескольких характеристик.

ЛИТЕРАТУРА

1. Информационные аспекты профессиональной прикладной физической подготовки студентов / О. Н. Сметанина [и др.] // Информационные технологии интеллектуальной поддержки решений (ITIDS'2016): тр. 4-ой Междунар. конф. (Уфа, 17–19 мая 2016). Уфа: УГАТУ, 2016. С. 186–191.

2. Кравченко Т. К. Экспертная система поддержки принятия решений // Открытое образование. 2010. № 6. С. 147–156.
3. Кравченко Т. К. Развитие экспертной системы поддержки принятия решений // Искусственный интеллект и принятие решений. 2013. № 4. С. 72–80.
4. Баканова М. Б. Интеграция систем организационного управления и интеллектуальных сервисов поддержки принятия решений // Искусственный интеллект и принятие решений. 2011. № 3. С. 17–25.
5. Лежнина М. В. Экспертные системы в поддержке принятия решений // Актуальные проблемы экономики современной России. 2016. № 3. С. 37–41.
6. Маренко В. А. Модели и алгоритмы экспертных систем поддержки принятия решений по электромагнитной совместимости: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Тюмень, 2004.
7. Barahona P., Ribeiro R. Building an Expert Decision Support System: The Integration of Artificial Intelligence and Operations Research Methods // In: Schader M., Gaul W. (eds) Knowledge, Data and Computer-Assisted Decisions. NATO ASI Series (Series F: Computer and Systems Sciences), Springer, Berlin, Heidelberg. 1990. Vol. 61, pp. 155–168.
8. Lee D. T. Decision-support systems for decision-making // Journal of Information Technology. 1988. Vol. 3, iss. 2, pp. 85–94.
9. Ligęza A. Expert systems approach to decision support // European Journal of Operational Research. 1988. Vol. 37, iss. 1, pp. 100–110.
10. Ford F. N. Decision support systems and expert systems: A comparison // Information & Management. 1985. Vol. 8, iss. 1, pp. 21–26.
11. Plenert G. Improved Decision Support Systems Help to Build Better Artificial Intelligence Systems // Kybernetes. 1994. Vol. 23, iss. 9, pp. 48–54.
12. Сутягин И. В. Методы формализации экспертных знаний для наполнения базы знаний // Молодой ученый. 2012. Т.1, № 1. С. 151–153.
13. Лазарсон Э. В. Формализация знаний и интеллектуальная поддержка принятия решений в задачах выбора // Интеллектуальные системы в производстве. 2006. № 2(8). С. 4–14.
14. Гаврилова Т. А., Хорошевский В. Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. СПб.: Питер, 2000. 384 с.
15. Люггер Джордж Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем. М.: Вильямс, 2004. 864 с.
16. Крошилин А. В., Крошилина С. В. Формализация экспертных знаний в системах поддержки принятия решений // Ползуновский вестник. 2010. № 2. С. 181–185.
17. Червинская К. Р. Психология извлечения экспертных знаний субъектов труда: автореф. дис. ... д-ра. психол. наук / Санкт-Петербург, 2010.

18. Chervinskaya K. R., Wasserman E. L. Some methodological aspects of tacit knowledge elicitation // *Journal of Experimental & Theoretical Artificial Intelligence*. 2000. Vol. 12, no. 1. P. 43–55.
19. Alfimtsev A., Sakulin S., Levanov A. Formalization of expert knowledge about the usability of web pages based on user criteria aggregation // *International Journal of Software Innovation*. 2016. No. 4. P. 38–50. DOI: 10.4018/IJSI.2016070103.
20. Pichler M., Leber D. On the Formalization of Expert Knowledge: A Disaster Management Case Study // *Proc. 25th International Workshop on Database and Expert Systems Applications*. 2014. P. 149–153. DOI: 10.1109/DEXA.2014.42.
21. Idé T. Formalizing Expert Knowledge Through Machine Learning // In: Kwan S., Spohrer J., Sawatani Y. (eds) *Global Perspectives on Service Science: Japan. Service Science: Research and Innovations in the Service Economy*. Springer, New York, NY. 2016. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-3594-9_11.
22. Формализация знаний при поддержке управленческих решений / О. Н. Сметанина [и др.] // *Информационные технологии интеллектуальной поддержки решений (ITIDS'2018): тр. 6-ой Междунар. конф. (Уфа, 28–31 мая 2018)*. Уфа: УГАТУ, 2018. С. 7–16.
23. Никонорова М. Л. Интеллектуальный анализ медицинских данных с использованием кейсовой технологии // *Врач и информационные технологии*. 2016. № 1. С. 54–59.
24. Кузнецова А. В, Сенько О. В. Возможности использования методов Data Mining при медико-лабораторных исследованиях для выявления закономерностей в массивах данных // *Врач и информационные технологии*. 2005. № 2. С. 49–56.
25. Курейчик В. М., Полковникова Н. А. Об интеллектуальном анализе баз данных для экспертной системы // *Информатика, вычислительная техника и инженерное образование*. 2013. № 2. С. 39–50.
26. Салмин А. А., Кистанова И. А. Совершенствования бизнес-процессов предприятия средствами технологии DATA MINING // *Символ науки*. 2016. № 2. С. 76–78.
27. Kaur C, Omisakin O. M. Data Mining Methods to Improve Clinical Trials in Diabetic Patients // *Annals of Clinical and Laboratory Research*. 2018. Vol. 6, no. 4:266. DOI:10.21767/2386-5180.100266.
28. Philbert A. Detecting Cheating In Computer Games Using Data Mining Methods // *American Journal of Computer Science and Information Technology*. 2018. Vol. 6, no. 3:26.
29. Mutihac R. Functional Neuroimaging Data Mining // *Journal of Translational Neurosciences*. 2018. Vol. 3, no.3:6. DOI: 10.21767/2573-5349.100019.

30. Mellor J. C., Stone M. A., Keane J. Application of Data Mining to «Big Data» Acquired in Audiology: Principles and Potential // Trends Hear. 2018. Vol. 22. <https://doi.org/10.1177/2331216518776817>.
31. Breiman L. Random Forests // Machine Learning. 2001. Vol. 45, iss. 1. P. 5–32. <https://doi.org/10.1023/A:1010933404324>.
32. Using cluster analysis to classify audiogram shapes/ C. Y. Lee [et. al.] // International Journal of Audiology. 2010. Vol. 49, no. 9, pp. 628–633.
33. Wu X., Kumar V. The top ten algorithms in data mining. Boca Raton, FL: Chapman and Hall/CRC, 2009. 232 p.
34. Медведев В. С., Потемкин В. Г. Нейронные сети. MATLAB 6. М.: Диалог-МИФИ, 2002. 496 с.
35. BaseGroup Labs [Электронный ресурс]. URL: <https://basegroup.ru/> (дата обращения 05.03.2019)
36. Давиденко А. И. Организация и содержание профессионально-прикладной физической подготовки студентов технических вузов: дис. ... канд. пед. наук / Краснодар, 2005.

M.B. Guzairov, N.I. Yusupova, O.N. Smetanina, T.V. Naumova,
E.Y. Sazonova, A.I. Agadullina

**SUPPORTING DECISION MAKING TO IMPROVE
PSYCHOPHYSICAL READINESS FOR PROFESSIONAL ACTIVITY
ON BASIS OF INTELLECTUAL TECHNOLOGIES**

Ufa State Aviation Technical University (UGATU), Ufa, Russia.

The article presents the analysis results of current state of Data Mining problem and knowledge formalization to support decision-making. The importance of professionally important qualities (PIQ), which significantly affect the labor efficiency of any specialist, is given. Authors of this article focus on models and methods of intellectual decision support in the development of PIQ. A large amount of knowledge about relationships of PIQ, psychophysical state of a person and effect of exercise on a person has accumulated to date. The source of such knowledge may be textbooks, monographs, expert knowledge. It is noted that taking into account the preparation of students in groups by identifying students with similar characteristics will make it possible to formulate recommendations for groups and conduct joint physical training. A formal statement of the problem of decision-making support in the development of PIQ is given for the effective performance of professional activities, which consists in formalizing expert knowledge (tests for assessing PIQ, exercises for developing PIQ) and implicit knowledge obtained using Data Mining test results for assessing PIQ. In this article authors don't consider questions of knowledge extraction, but they study questions of knowledge formalization and use for making decisions in decision support systems the technology of expert systems. The results of the research presented in this article were supported by Grants RFBR 19-07-00709 and 18-07-00193.

Keywords: technology of expert systems, decision support, Data Mining, professional qualities, knowledge formalization.

REFERENCES

1. O. N. Smetanina, et al., "Information Aspects of Professional Applied Physical Training of Students", (in Russian), in Proc. 4th Int. Conference on Information Technologies for Intelligent Decision Making Support (ITIDS'2016), Ufa, Russia, 2016, pp. 186-191.
2. T. K. Kravchenko, "Expert Decision Support System", (in Russian), in Otkrytoe obrazovanie, no. 6, pp. 147-156, 2010.
3. T. K. Kravchenko, "Expert Decision Support System development", (in Russian), in Artificial Intelligence and Decision Making, no. 4, pp. 72-80, 2013.
4. M. B. Bakanova, "Integration of organizational management systems and intelligent decision support services", (in Russian), in Artificial Intelligence and Decision Making, no. 3, pp. 17-25, 2011.
5. M. B. Lezhnina, "Expert systems in decision making support", (in Russian), in Aktual'nyye problemy ekonomiki sovremennoy Rossii, no. 3, pp. 37-41, 2016.
6. V. A. Marenko, Models and algorithms of expert decision support systems for electromagnetic compatibility, (in Russian), Thesis abstract for the degree of candidate of technical sciences, Tyumen, 2004.
7. P. Barahona and R. Ribeiro, "Building an Expert Decision Support System: The Integration of Artificial Intelligence and Operations Research Methods", in Schader M., Gaul W. (eds) Knowledge, Data and Computer-Assisted Decisions. NATO ASI Series (Series F: Computer and Systems Sciences), Springer, Berlin, Heidelberg, vol. 61, pp. 155-168, 1990.
8. D. T. Lee, "Decision-support systems for decision-making", in Journal of Information Technology, vol. 3, iss. 2, pp. 85-94, 1988.
9. Ligęza, "Expert systems approach to decision support", in European Journal of Operational Research, vol. 37, iss. 1, pp. 100-110, 1988.
10. F. N. Ford, "Decision support systems and expert systems: A comparison", in Information & Management, vol. 8, iss. 1, pp. 21-26, 1985.
11. G. Plenert, "Improved Decision Support Systems Help to Build Better Artificial Intelligence Systems", in Kybernetes, vol. 23, iss. 9, pp. 48-54, 1994.
12. V. Sutyagin, "Formalization methods of expert knowledge for filling the knowledge base", (in Russian), in Molodoy Uchenyy, vol. 1, no. 1, pp. 151-153, 2012.
13. E. V. Lazarson, "Knowledge formalization and intellectual decision support in choice problems", (in Russian), in Intelligent Systems in Manufacturing, no. 2(8), pp. 4-14, 2006.
14. T. A. Gavrilova and V. F. Khoroshevsky, Knowledge base of intelligent systems, (in Russian). Saint Petersburg: Piter, 2000.

15. George F. Luger, Artificial intelligence: strategies and methods for complex problem solving, (in Russian). Moscow: Williams, 2004.
16. V. Kroshilin and S. V. Kroshilina, "Formalization of expert knowledge in decision support systems", (in Russian), in Polzunovskiy vestnik, no. 2, pp. 181-185, 2010.
17. R. Chervinskaya, Psychology of expert knowledge extracting of labor subjects, (in Russian), Thesis abstract for the degree of doctor of psychological sciences, Saint Petersburg, 2010.]
18. D. T. Lee, "Some methodological aspects of tacit knowledge elicitation", in Journal of Experimental & Theoretical Artificial Intelligence, Vol. 12, no. 1, pp. 43-55, 2000.
19. Alfimtsev, S. Sakulin and A. Levanov, "Formalization of Expert Knowledge About the Usability of Web Pages Based on User Criteria Aggregation", in International Journal of Software Innovation, no. 4, pp. 38-50, 2016. DOI: 10.4018/IJSI.2016070103.
20. M. Pichler and D. Leber, "On the Formalization of Expert Knowledge: A Disaster Management Case Study", in Proc. 25th International Workshop on Database and Expert Systems Applications, pp. 149-153, 2014. DOI: 10.1109/DEXA.2014.42.
21. T. Idé, "Formalizing Expert Knowledge Through Machine Learning", in Kwan S., Spohrer J., Sawatani Y. (eds) Global Perspectives on Service Science: Japan. Service Science: Research and Innovations in the Service Economy. Springer, New York, NY, 2016. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-3594-9_11.
22. O. N. Smetanina, et al., "Knowledge formalization in support of management decisions", (in Russian), in Proc. 6th Int. Conference on Information Technologies for Intelligent Decision Making Support (ITIDS'2018), Ufa, Russia, 2018, pp. 7-16.
23. M. L. Nikonorova, "Intelligent analysis of medical data using case technology", (in Russian), in Vrach i informacionnye tehnologii, no. 1, pp. 54-59, 2016.
24. V. Kuznetsova and O.V. Senko, "Possibilities of using Data Mining methods in medical and laboratory studies to identify patterns in data arrays", (in Russian), in Vrach i informacionnye tehnologii, no. 2, pp. 49-56, 2005.
25. V. M. Kureichik and N. A. Polkovnikova, "About intelligent database analysis for the expert system", (in Russian), in Informatika, vychislitel'naya tekhnika i inzhenernoye obrazovaniye, no. 2, pp. 39-50, 2013.
26. A. Salmin and I. A. Kistanova, "Enterprise business processes improvement using DATA MINING technology", (in Russian), in Simvol Nauki, no. 2, pp. 76-78, 2016.

27. Kaur and O. M. Omisakin, “Data Mining Methods to Improve Clinical Trials in Diabetic Patients”, in *Annals of Clinical and Laboratory Research*, vol. 3, no. 4:266, 2018. DOI:10.21767/2386-5180.100266.
28. Philbert, “Detecting Cheating In Computer Games Using Data Mining Methods”, in *American Journal of Computer Science and Information Technology*, vol. 6, no. 3:26, 2018.
29. R. Mutihac, “Functional Neuroimaging Data Mining”, in *Journal of Translational Neurosciences*, vol. 3, no.3:6, 2018. DOI: 10.21767/2573-5349.100019.
30. C. Mellor, M. A. Stone, and J. Keane, “Application of Data Mining to «Big Data» Acquired in Audiology: Principles and Potential”, in *Trends Hear*, vol. 22, 2018. <https://doi.org/10.1177/2331216518776817>.
31. Breiman, “Random Forests”, in *Machine Learning*, vol. 45, iss. 1, pp. 5-32, 2001. <https://doi.org/10.1023/A:1010933404324>.
32. Y. Lee, et. al., “Using cluster analysis to classify audiogram shapes”, in *International Journal of Audiology*, vol. 49, no. 9, pp. 628-633, 2010.
33. X. Wu and V. Kumar, *The top ten algorithms in data mining*. Boca Raton, FL: Chapman and Hall/CRC, 2009.
34. V. S. Medvedev and V. G. Potemkin “Neural networks. MATLAB 6, (in Russian). Mocsow: Dialog-MIFI, 2002.
35. BaseGroup Labs [Online], URL: <https://basegroup.ru/>.
36. I. Davidenko, *Organization and content of professional applied physical training of students of technical universities, (in Russian), Thesis for the degree of candidate of pedagogical sciences, Krasnodar, 2005.*