

АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ УРОВНЕМ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СТУДЕНТОВ

О. Н. Сметанина¹, М. М. Гаянова², Т. В. Наумова³, Р. Р. Исламова⁴

¹smoljushka@mail.ru, ²maya.gayanova@gmail.com, ³tata-74-06@rambler.ru, ⁴islamova.r.r@gmail.com

ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет» (УГАТУ)

Поступила в редакцию 10 июня 2014 г.

Аннотация. Рассматриваются вопросы разработки алгоритмического обеспечения с целью организации поддержки принятия решений при управлении уровнем физического развития на основе интеллектуальных технологий.

Ключевые слова: поддержка принятия решений; нейронная сеть; физическое развитие.

ВВЕДЕНИЕ

Контингент студентов первого курса неоднороден по возрасту, опыту физкультурно-спортивной деятельности, уровню физического развития, что также нужно учитывать в процессе физического воспитания студентов [1]. Ранее авторами были рассмотрены вопросы разработки подхода к обеспечению поддержки принятия решений и организации информационного обеспечения поддержки принятия решений при управлении физическим развитием студента [2, 3].

Данная статья посвящена рассмотрению вопросов разработки алгоритмов для организации интеллектуальной поддержки принятия решений при управлении уровнем физического развития студентов с учетом пожеланий студента, ППФП, начального уровня физического развития и возможных ограничений, накладываемых состоянием здоровья.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОГРАММНЫХ РЕШЕНИЙ ПО ОЦЕНКЕ УРОВНЯ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕКА

Среди программных решений по оценке уровня физического развития человека можно выделить следующие: СПОРТЕС 1, Monitoring, HealthMonitor (табл. 1) [3–5]. Существует также множество других программ, которые в основном используются при тестировании клиента в фитнес-клубах, в парикмахерских, косметических салонах и т. д. [6].

Как правило, перед началом занятий в фитнес-клубах проводится медицинское тестирование и собеседование о возможностях заниматься в тех или иных группах, на тех или иных тренажерах с учетом ограничений, накладываемых особенностями организма, состоянием здоровья. Обработка результатов тестирования позволяет выдать результат и рекомендации к занятиям. Однако в значительной части такие программные решения сводятся к формированию различных групп мышц, снижению веса и т. д. Вопросы, связанные с профессиональной деятельностью клиента и ее учетом при развитии физической подготовки студента, подобными программными решениями не учитываются.

АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАДАЧИ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЛЕКСА ФИЗИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СТУДЕНТА

Обобщенный алгоритм формирования комплекса физических упражнений (рис. 1) предполагает сбор и предварительную обработку информации. Кластеризация студентов с учетом показателей сданных нормативов осуществляется с помощью нейронной сети Кохонена.

Входными данными являются результаты сданных нормативов r_i , выходным значением – обобщенная оценка (балл), представляющая собой среднее значение оценок (баллов) B_{cp} , которое рассчитывается как

$$B_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n b_i.$$

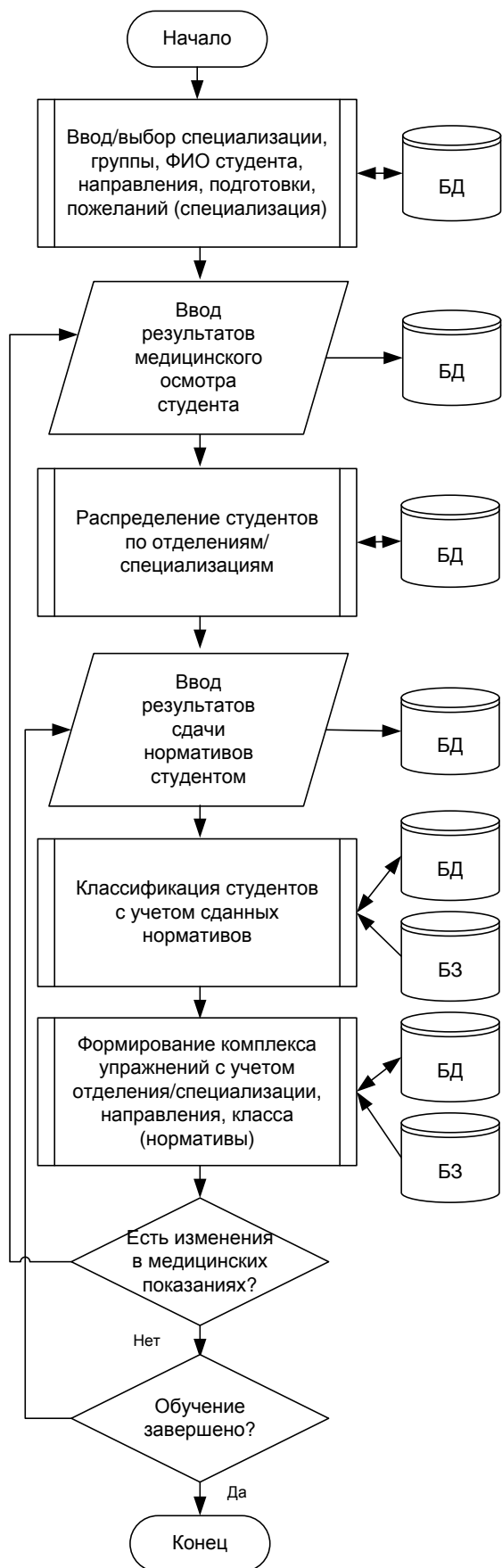


Рис. 1. Обобщенный алгоритм формирования комплекса упражнений для студента

Таблица 1

Сопоставление программных решений

Наименование программы	СПОРТЕС 1.0	Monitoring	Health-Monitor
Качественная оценка весо-ростового индекса	+	+	+
Качественная оценка жизненного индекса	+	+	+
Качественная оценка силового индекса	+	+	+
Индекс Габса	+	+	+
Индекс мышечного развития	+	+	+
Индекс Скибински	+	+	+
Индекс Кердо	+	+	+
Индекс Робинсона	+	+	+
Экскурсии грудной клетки	-	+	+
Режимы работы	перс.	перс.	сеть
Построение графиков	-	+	-
Статистическая обработка данных	+	+	+
Экспорт данных в специализированные статистические пакеты	+	+	-
Формирование отчетов	+	+	+
Цена	апро-бац.	апро-бац.	от 25000
Доступность демоверсии	-	-	+
Сайт	-	-	healthmonitor.ru
Поддержка	-	-	+
Год выпуска	апро-бац.	апро-бац.	не извест.

Оценка (балл) b_i для полученного результата r_i по каждому упражнению определяется в соответствии с выражениями (1) и (2) и значениями контрольных тестов для мужчин (табл. 2) и женщин (табл. 3):

$$b_i = \begin{cases} 1, & \text{если } r_i \geq O_5, \\ 2, & \text{если } O_4 \leq r_i < O_5, \\ 3, & \text{если } O_3 \leq r_i < O_4, \\ 4, & \text{если } O_2 \leq r_i < O_3, \\ 5, & \text{если } O_1 \leq r_i < O_2, \end{cases} \quad (1)$$

где O_i – норматив, $i=1, 2$. Для $i=3, 4$ значение b_i определяется следующим образом:

$$b_i = \begin{cases} 1, & \text{если } r_i \geq O_1, \\ 2, & \text{если } O_2 \leq r_i < O_1, \\ 3, & \text{если } O_3 \leq r_i < O_2, \\ 4, & \text{если } O_4 \leq r_i < O_3, \\ 5, & \text{если } O_5 \leq r_i < O_4. \end{cases} \quad (2)$$

Таблица 2
Контрольные тесты оценки физической подготовленности студентов (мужчины) основного и спортивного учебных заведений

Упражнение	Оценка в баллах				
	1	2	3	4	5
Бег 100 м (сек)	13,2	13,6	14,0	14,3	14,6
Бег 3000 м (мин, сек)	12,0	12,35	13,1	13,5	14,3
Прыжки в длину с места (см)	250	240	230	223	215
Подтягивание на перекладине (раз)	15	12	9	7	5

Таблица 3
Контрольные тесты оценки физической подготовленности студентов (женщины) основного и спортивного учебных заведений

Упражнения	Оценка в баллах				
	1	2	3	4	5
Бег 100 м (сек)	15,7	10,0	17,0	17,9	18,7
Бег 2000 м (мин, сек)	10,15	10,5	11,15	11,5	12,15
Прыжки в длину с места (см)	190	180	168	160	150
Поднимание туловища из положения лежа на спине, руки за головой, ноги закреплены (раз)	60	50	40	30	20

Полученные обобщенные оценки для каждого студента будут являться выходными данными, что позволит провести кластеризацию. Фрагмент исходных данных для кластеризации представлен в табл. 4.

В каждый кластер попали студенты, имеющие схожие значения показателей сданных нормативов. Кластеризация проводится отдельно для каждой группы физической подготовки. С учетом характеристик кластера формируется комплекс упражнений и определяется нагрузка.

СПЕЦИФИКА ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ УГАТУ И ОГРАНИЧЕНИЯ, НАКЛАДЫВАЕМЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ

Студенты УГАТУ, посещающие физическую культуру в течение 6 семестров, сдают по 3 блока нормативов в семестр. По результатам медицинского осмотра студентов распределяют в три отделения: основное (группы футбол, баскетбол, аэробика, бокс, кикбоксинг, шахматы, борьба греко-римская, общая физическая подготовка, пауэрлифтинг, тяжелая атлетика), специальное медицинское и ЛФК. В специальное медицинское отделение распределяют студентов с различными заболеваниями, которые носят временный или хронический характер.

Результаты медицинского осмотра за последние 5 лет показывают, что в среднем 20 % студентов зачисляются в группу ЛФК и специальную медицинскую группу. Среди поставленных студентам диагнозов выделяют отклонения здоровья со стороны вегетативной нервной системы и миопии средней и высокой степени (более 50 %), бронхиальная астма (10 %), пролапс митрального клапана (10 %), сколиоз (10 %), заболевания почек (10 %) и другие заболевания (10 %). Студенты, имеющие отклонения здоровья, обязаны проходить медицинский осмотр один раз в семестр. Врачом принимается решение о возможности сдачи студентом нормативов. Далее представлены (табл. 5) рекомендации и ограничения при занятиях физической культурой при наличии перечисленных заболеваний у студентов.

Кроме указанных ограничений, накладываемых указанными заболеваниями, возникают временные ограничения, например, в случаях перенесенного ОРЗ.

Таблица 4
Фрагмент исходных данных для кластеризации в группе «Пауэрлифтинг» (мужчины)

№	ФИО	Учебная группа	Бег 100 м (сек)	Бег 3000 м (мин сек)	Прыжок в длину с места (см)	Подтягивание на перекладине (раз)	Обобщенная оценка
1	ФИО1	ПИ-205	13,2	12,03	250	22	4,75
2	ФИО3	МРТ-201	12,9	12,25	252	16	4,5
3	ФИО4	ПИ-204	13,9	13,11	260	13	3,5
4	ФИО5	ИСТ-202	15,1	17,25	205	3	1,25
5	ФИО6	ПИ-204	14,8	18,18	205	10	0,75
n	ФИОn	ПИ-204	14,4	15,51	230	15	2,75

Рекомендации и ограничения для занятий при наличии заболеваний

Заболевание	Рекомендовано	Не рекомендовано
Вегето-сосудистая дистония (ВСД)	Занятия (виды спорта) на свежем воздухе или в воде: плавание, аквааэробика, танцы, катание на лыжах и велосипеде; Упражнения для глаз, спины; Чередование занятий умственным и физическим трудом;	Виды спорта силовая гимнастика, акробатика, единоборства; Упражнения с длительным статическим напряжением, резкими движениями, положением тела вверх ногами, связанные с возможными падениями, сотрясениями и ушибами;
Миопия	Занятия (виды спорта): утренняя зарядка со специально подобранным комплексом упражнений, туризм, гребля, плавание;	Интенсивность физических нагрузок – высокая; Виды спорта тяжелая атлетика, гимнастика, акробатика, прыжки в воду и др. ; Упражнения, связанные с подъемом тяжестей, рассматриванием мелких деталей или требующие длительного пребывания в согнутом положении с наклоном головы вниз, связанные с резким перемещением тела и его сотрясанием;
Бронхиальная астма	Занятия (виды спорта) дозированная ходьба, легкий бег, велотренировки, плавание, лыжные прогулки; Упражнения на урежение дыхания (уменьшают избыточную вентиляцию легких); надувание воздушных шаров и камер, резиновых грушевых предметов; Нагрузка должна быть снижена; Длительность занятия должна быть снижена;	Упражнения, связанные с натуживанием и задержкой дыхания;
Сколиоз	Упражнения на укрепление мышцы и связки спины и поясницы, общеукрепляющие и развивающие; Нагрузка должна быть снижена; Длительность занятия должна быть снижена;	Упражнения, ведущие к существенным нарушениям со стороны дыхания и кровообращения;

Исходные данные приведены для студентов факультета информатики и робототехники, которые как в настоящее время, так и в дальнейшем в большей степени будут значительную часть времени проводить за компьютерами. Что говорит о малоподвижном образе жизни. Данное заключение также учитывается при формировании комплекса упражнений.

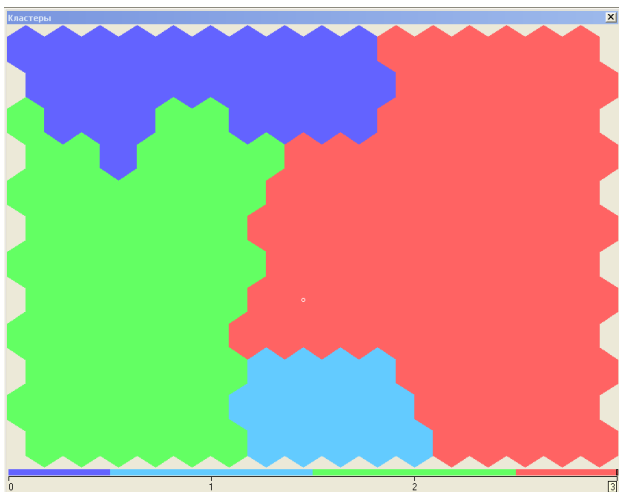
ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КЛАСТЕРИЗАЦИИ СТУДЕНТОВ В СООТВЕТСТВИИ СО СДАННЫМИ НОРМАТИВАМИ

Анализ полученных путем использования нейронной сети Кохонена результатов показывает, что студенты в соответствии со сданными нормативами отнесены к четырем кластерам (рис. 2). Полученные результаты показывают, что студенты с наилучшими показателями попали в кластер 3, а наихудшими – в кластер 2.

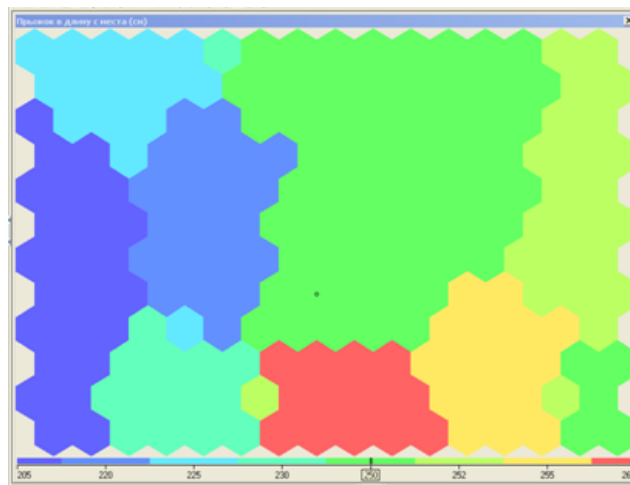
Полученные результаты кластеризации позволяют предложить студентам, вошедшим в один кластер, дополнительно к базовому свой комплекс упражнений с целью улучшить в дальнейшем показатели при сдаче нормативов. Значения (минимальное – min, среднее – med, максимальное – max) показателей дают характеристику каждого кластера (табл. 6).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

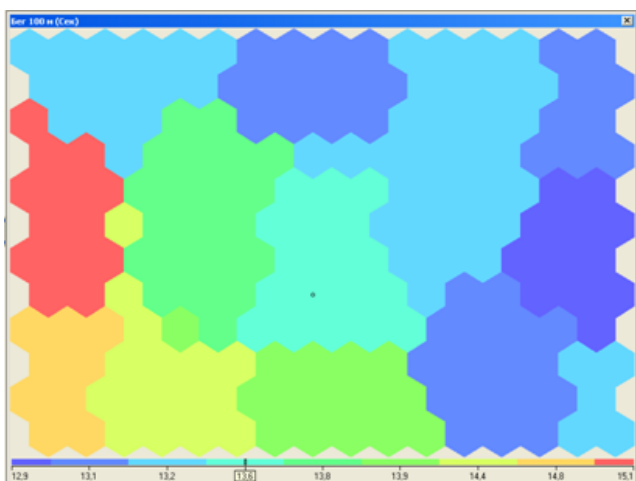
Разработанный алгоритм формирования комплекса упражнений для студента включает алгоритм расчета обобщенной оценки сданных нормативов, алгоритм кластеризации с использованием нейронной сети Кохонена. Дополнительно для формирования комплекса упражнений используются производственные правила.



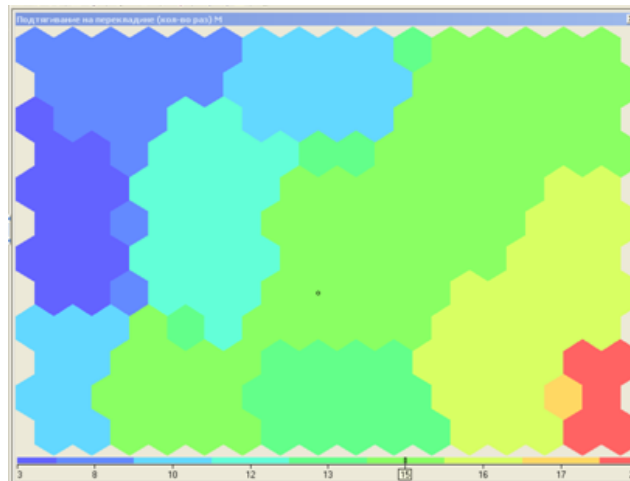
a



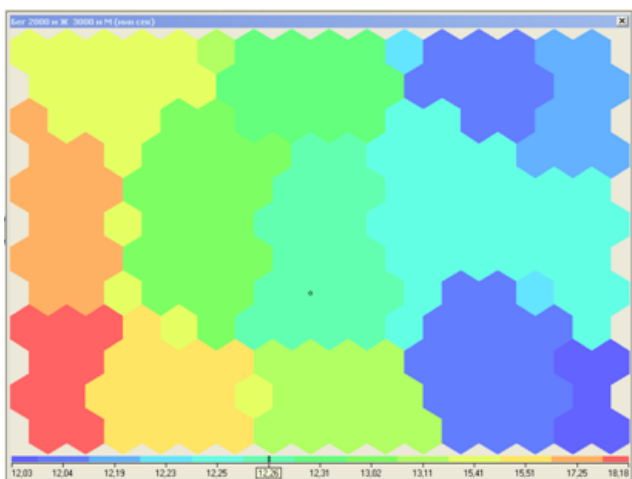
г



б



д



в

Рис. 2. Карты Кохонена: *a* – кластеры; *б* – бег 100 м; *в* – бег 3000 м; *г* – прыжки в длину; *д* – подтягивание на перекладине

Таблица 6

Характеристики кластеров

Упражнения	Кластер			
	0	1	2	3
Бег 100 м (сек)	min	med	max	min, med
Бег 2000 м (мин, сек)	med	med	med, max	min
Прыжки в длину с места (см)	med	max	min	max
Подтягивание на перекладине (раз)	med	med	min, med	max

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сметанина О. Н., Гаянова М. М., Наумова Т. В. Информационная поддержка решений при управлении уровнем физического развития студента // Информационные технологии и системы: тр. 3-й Междунар. конф. (Банное, 26 февраля – 2 марта 2014). Челябинск: ЧГУ, 2014. С. 108–110 [O. N. Smetanina, M. M. Gayanova, T. V. Naumova, "Information support decision in management of athletic level development of student," (in Russian), in *Proc. of 3rd Workshop on Information Technologies and Systems*, Russia, Bannoe, 2014, pp. 108–110.]

2. Сметанина О. Н., Наумова Т. В. Подход к обеспечению поддержки решений при управлении уровнем физического развития студента // ITIDS'+МАО'2013: Информационные технологии интеллектуальной поддержки решений: тр. Междунар. конф. (Уфа, 21–25 мая). Уфа: УГАТУ, 2013. Т. 3. С. 1–4. [O. N. Smetanina, T. V. Naumova, "Approach to providing decision support in management of athletic level development of student," (in Russian), in *Proc. of 1st International Conference on Information Technologies for Intelligent Decision Making Support* and "The Intended Russian–German Workshop on Models and Algorithms of Applied Optimization", Russia, Ufa, 2013, pp. 1–4.]

3. Осипенко Е. В. Мониторинг физического состояния школьников на основе применения компьютерных технологий [Электронный ресурс]. URL: http://nauka2020.ru/Osipenko_100414.pdf (дата обращения 15.05.2014). [E. V. Osipenko, (2014, May 05), *The physical state monitoring of students based on computer technologies* [Online], (in Russian). Available: http://nauka2020.ru/Osipenko_100414.pdf]

4. Головач В. А. Использование компьютерной программы «Спортес 1.0» при проведении исследований физического состояния детей и подростков [Электронный ресурс]. URL: <http://www.sportmedicine.ru/sochi-2011-papers/158-golovach.php> (дата обращения 15.05.2014). [V. A. Golovach, (2014, May 15), *The computer program "Sportes 1.0" in research of physical state of children and adolescents* [Online], (in Russian). Available: <http://www.sportmedicine.ru/sochi-2011-papers/158-golovach.php>]

5. Автономный модуль оценки уровня развития физических качеств обучающихся общеобразовательных учреждений [Электронный ресурс]. URL: <http://healthmonitor.ru/> (дата обращения 15.05.2014). [*Stand-alone assessment development module of athletic qualities of students in educational institutions* (2014, May 15) [Online], (in Russian). Available: <http://healthmonitor.ru/>]

6. Юсупова Н. И., Ахметова Ю. Ф., Богданова Д. Р. Классификация клиентов на основе нечеткой информации // Вестник УГАТУ. 2013. Т. 17, № 5 (58). С. 93–100. [N. I. Yusupova, Yu. F. Akhmetova, and D. R. Bogdanova, "Client classification based on fuzzy information," (in Russian), *Vestnik UGATU*, vol. 17, no. 5 (58), pp. 93–100, 2013.]

7. Smetanina O. N., Maximenko Z. V., Klimova A. V. Models of education quality estimation based on fuzzy classification // Вестник УГАТУ. 2013. Т. 17, № 6. С. 53–56. [O. N. Smetanina, Z. V. Maximenko, A. V. Klimova. "Models of education quality estimation based on fuzzy classification", (in Russian), in *Vestnik UGATU*, vol. 17, no. 6 (59), pp. 53–56, 2013.]

8. Сметанина О. Н., Юсупова Н. И., Ясинецкий С. П., Климова А. В. Модели и программный комплекс для реализации информационного поиска при поддержке управленческих решений // Современные проблемы науки и

образования. 2014. № 1. URL: <http://www.science-education.ru/115-11955> (дата обращения: 04.02.2014). [O. N. Smetanina, N. I. Yusupova, S. P. Jasineckij, A. V. Klimova, "Models and software for the implementation of information search in management decisions support," (in Russian), *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, no. 1, 2014. Available: <http://www.science-education.ru/115-11955> (2014, Feb. 04)]

ОБ АВТОРАХ

СМЕТАНИНА Ольга Николаевна, проф. каф. выч. мат. и киберн. Дипл. инж. по автоматиз. и механиз. проц. обраб. и выдачи информации (УАИ, 1985). Д-р техн. наук (УГАТУ, 2012). Иссл. в обл. принятия решений в условиях неопределённости.

ГАЯНОВА Майя Марсовна, доц. каф. выч. матем. и киберн. Дипл. спец. по прикл. мат. (БГУ, 1997). Канд. техн. наук (УГАТУ, 2006). Иссл. в обл. принятия решений в условиях неопределённости.

НАУМОВА Татьяна Викторовна, м-нт каф. выч. матем. и киберн.

ИСЛАМОВА Регина Радиковна, студ. каф. выч. матем. и киберн.

METADATA

Title: Algorithmic support for intelligent decision support in controlling the level of athletic development of students.

Authors: O. N. Smetanina¹, M. M. Gayanova², T. V. Naumova³, R. R. Islamova⁴

Affiliation:

Ufa State Aviation Technical University (UGATU), Russia.

Email: ² maya.gayanova@gmail.com

Language: Russian.

Source: Vestnik UGATU (scientific journal of Ufa State Aviation Technical University), vol. 18, no. 5 (66), pp. 175-180, 2014. ISSN 2225-2789 (Online), ISSN 1992-6502 (Print).

Abstract: This article deals with the development of algorithmic support for the organization to support decision-making in management of athletic level development on the basis of intelligent technologies.

Key words: support decision-making; neural network; athletic development.

About authors:

СМЕТАНИНА, Olga Nikolaevna, Prof., Dept. of the Department of Computing Mathematics and Cybernetics. Dipl. specialils. to automate the processing and delivery og information (UAI, 1985). Cand. of Tech. Sci. on automated control systems (UGATU, 1999), Dr. of Tech. Sci. (UGATU, 2012).

ГАЯНОВА, Maya Marsovna, Associate Prof. of the Department of Computing Mathematics and Cybernetics. Dipl. specialils. mathematician (BGU, 1997). Cand. of Tech. Sci. (UGATU, 2006).

НАУМОВА, Tatyana Viktorovna, Postgrad. (PhD) Student of the Department of Computing Mathematics and Cybernetics.

ИСЛАМОВА, Regina Radikovna, Student of the Department of Computing Mathematics and Cybernetics.