

УДК 519.816:796.015

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ВЫБОРЕ ЗДОРОВЬЕСБЕРЕГАЮЩЕГО КУРСА ФИЗИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Дусакаева С.Т., Агапова А.И.

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», Оренбург,
e-mail: slushashdusakaeva@rambler.ru, agapova_200@mail.ru

В статье рассмотрена актуальная проблема выбора наиболее приемлемого комплекса физических упражнений для женщин в возрасте от 20 до 65 лет в соответствии с их антропометрическими, физическими данными и основными показателями здоровья, обусловленная социальной значимостью вопросов недостатка физической активности преимущественно женской части населения в контексте сохранения здоровья. Приведена математическая постановка рассматриваемой проблемы, сформулированная в виде задачи классификации. В качестве алгоритма классификации для рассматриваемой математической модели выбран «случайный лес», поскольку он показал наилучшие результаты. Оценена значимость антропометрических, физических данных и основных показателей здоровья женщин в возрасте от 20 до 65 лет. Для каждого из полученных классов проанализированы и показаны основные группы рисков здоровья, приведены рекомендуемые программы тренировок и указано наиболее благоприятное количество посещений в неделю. Разработано программное обеспечение построенной математической модели, позволяющее автоматизировать процедуру подбора наиболее приемлемого здоровьесберегающего курса физических занятий. В качестве экспериментальной площадки для апробации построенной модели выбрана студия растяжки Lady stretch, расположенная в г. Оренбурге и специализирующаяся на пяти видах тренировок.

Ключевые слова: интеллектуальная система поддержки принятия решений, задача классификации, случайный лес, антропометрические и физические данные, показатели здоровья

DEVELOPMENT OF A DECISION SUPPORT SYSTEM WHEN CHOOSING A HEALTH-SAVING COURSE OF PHYSICAL TRAINING

Dusakaeva S.T., Agapova A.I.

Orenburg State University, Orenburg, e-mail: slushashdusakaeva@rambler.ru, agapova_200@mail.ru

The article considers the actual problem of choosing the most acceptable set of physical exercises for women aged 20 to 65 years in accordance with their anthropometric, physical data and basic health indicators, due to the social significance of the lack of physical activity of the predominantly female part of the population in the context of maintaining health. The mathematical formulation of the problem under consideration, formulated in the form of a classification problem, is given. A “random forest” was chosen as the classification algorithm for the mathematical model under consideration, since it showed the best results. The importance of anthropometric, physical data and basic health indicators of women aged 20 to 65 years is assessed. For each of the received classes, the main groups of health risks are analyzed and shown, recommended training programs are given and the most favorable number of visits per week is indicated. The software of the developed mathematical model has been developed, which allows automating the procedure for selecting the most acceptable health-saving course of physical exercises. Lady stretch stretching studio, located in the city of Orenburg and specializing in five types of training, was chosen as an experimental platform for testing the constructed model.

Keywords: intelligent decision support system, classification task, random forest, anthropological and physical indicators, health indicators

Согласно [1], в современном мире 30% людей сталкиваются с проблемой недостатка физической активности, причем 31,7% из общего числа составляют женщины и 23,4% мужчины. Под физической активностью подразумевается движение тела, требующее расхода энергии и являющееся одним из важнейших средств улучшения физического и психического состояния человека. Такого рода активность снижает риск развития многих неинфекционных заболеваний и приносит пользу обществу, поскольку укрепляет социальное взаимодействие и повышает вовлеченность людей в жизнь местного сообщества. Физическая активность – это не только вопрос общественного здравоохранения, но и один из показателей содействия благополучию

местных сообществ, так как способствует защите окружающей среды и является инвестицией в жизнь будущих поколений. Отсутствие физической активности приводит к развитию онкологических заболеваний в 21–25% случаев, диабету в 27% случаев и к ишемической болезни сердца примерно в 30% случаев [1].

Социальная значимость проблемы недостатка физической активности преимущественно женской части населения и недостаточная информированность потребителей фитнес-услуг в вопросах выбора наиболее приемлемого комплекса упражнений, учитывающего антропометрические, физические данные и основные показатели здоровья женщин, определили цель исследования.

Цель исследования – разработать интеллектуальную систему поддержки принятия решений, позволяющую подобрать рациональную систему тренировок для женщин с учетом антропометрических, физических данных и основных показателей здоровья.

Для достижения поставленной цели в статье сформулированы и решены следующие задачи:

- ввести антропометрические, физические данные и основные показатели здоровья и выявить наиболее значимые из них;
- сформулировать правила определения классов для подбора программы тренировок в соответствии с исходными значениями антропометрических, физических данных и показателями здоровья;
- провести обзор различных групп физических занятий и оснований для их назначения;
- разработать интеллектуальную систему поддержки принятия решений, позволяющую подбирать наиболее приемлемую программу тренировок для женщин для сохранения или улучшения основных показателей здоровья;
- апробировать разработанную интеллектуальную систему поддержки принятия решений для выбора наиболее приемлемых тренировок.

Материалы и методы исследования

В соответствии с поставленными выше задачами для формализации введем следующие обозначения: $X_1 = \{x_1, x_2, x_3\}$ – множество антропометрических данных, где x_1 – возраст, x_2 – рост и x_3 – вес;

$X_2 = \{x_4, x_5, x_6\}$ – множество физических данных, где x_4 – сила, x_5 – гибкость и x_6 – выносливость; $X_3 = \{x_7, x_8, x_9\}$ – множество основных показателей здоровья, где x_7 – диастолическое артериальное давление, x_8 – систолическое артериальное давление и x_9 – индекс массы тела (ИМТ); $X = X_1 \cup X_2 \cup X_3$ – множество антропометрических, физических данных и основных показателей здоровья; $Y = \{y_1, y_2, y_3\}$ – множество классов для подбора программы физических занятий, где y_1 – А (Первый), y_2 – В (Второй), y_3 – С (Третий).

Требуется построить алгоритм $a: X \rightarrow Y$, способный классифицировать произвольный объект $\bar{x} \in X$. Таким образом, для достижения поставленной цели требуется решить задачу классификации.

В качестве информационной базы исследования взята выборка физических, антропометрических данных и основных показателей здоровья женщин в возрасте от 20 до 65 лет, опубликованная на сайте [2]. Результаты работы наиболее известных алгоритмов классификации приведены в табл. 1.

Из табл. 1 следует, что при решении задачи классификации наилучшие результаты получены применением алгоритма «Случайный лес», поэтому в проводимом исследовании будет использован указанный алгоритм [3].

Решение задачи классификации позволило определить правила распределения женщин по классам. После табл. 1 приведены примеры правил для распределения женщин по классам в соответствии со значениями их антропометрических, физических данных и основных показателей здоровья.

Таблица 1

Результаты работы алгоритмов классификации

Алгоритм классификации	Точность тестовой выборки	Точность обучающей выборки
Логистическая регрессия	77,54 %	75,72 %
К-ближайших соседей (KNN)	78,08 %	76,29 %
Метод опорных векторов	77,94 %	75,99 %
Многослойный персептрон	86,2 %	83,74 %
Дерево решений	88,9 %	82,42 %
Случайный лес	93 %	85,63 %

Если $x_4 \leq 18,9 \wedge x_5 \leq 10,0 \wedge x_6 \leq 29,5 \wedge x_9 \leq 25,4 \Rightarrow C$. Уровень поддержки принятия набора данных для класса С (третьего) равен 56.

Если $x_1 \leq 55,0 \wedge x_4 \leq 18,9 \wedge x_5 > 10,0 \wedge x_6 \leq 23,5 \wedge x_9 \leq 18,1 \Rightarrow B$. Уровень поддержки принятия набора данных для класса В (второго) равен 2.

Если $x_3 \leq 52,9 \wedge x_4 > 13,1 \wedge x_5 > 16,2 \wedge x_6 > 30,0 \wedge x_7 \leq 99,5 \wedge x_8 \leq 125,5 \wedge x_9 \leq 22,6 \Rightarrow A$. Уровень поддержки принятия набора данных для класса А (первого) равен 30.

Таблица 2

Наиболее значимые физиологические данные и показатели здоровья

sit and bend forward_cm	Гибкость	0,361804
sit-ups counts	Выносливость	0,267832
imt	Индекс массы тела	0,106815
age	Возраст	0,092229
gripForce	Сила	0,065965
weight_kg	Вес	0,039247
systolic	Систолическое артериальное давление	0,023412
height_cm	Рост	0,022713
diastolic	Диастолическое артериальное давление	0,019982

Индекс массы тела	Соответствие между массой человека и его ростом	Гибкость	Соотношение наклона в см
16 и менее	Выраженный дефицит массы тела	5 и менее	Плохая
16-18,5	Недостаточная (дефицит) масса тела	5-10	Допустимая
18,5-25	Норма	10-15	Норма
25-30	Избыточная масса тела (предожирение)	15 и выше	Отличная
30-35	Ожирение 1 степени		
35-40	Ожирение 2 степени		
40 и более	Ожирение 3 степени		

Выносливость	Соотношение количества приседаний
20 и ниже	Плохая
20-30	Допустимая
30-40	Норма
40 и более	Отличная

Рис. 1. Интерпретация физических данных и показателей здоровья

С помощью встроенного в библиотеку Scikit-Learn метода `feature_importances_` выявлены наиболее значимые антропометрические, физические данные и основные показатели здоровья, приведенные в табл. 2.

Из табл. 2 следует, что к числу наиболее значимых признаков следует отнести физические признаки – гибкость и выносливость, показатель здоровья – индекс массы тела и антропометрический признак – возраст.

Результаты исследования и их обсуждение

Изучив возрастное распределение женщин информационной базы, заключаем, что в рассматриваемой выборке основную часть составляют женщины в возрасте от 20 до 40 лет, что согласуется с тем фактом, что основной целевой аудиторией фитнес-индустрии являются женщины ука-

занной возрастной группы. Поэтому в проводимом исследовании для дальнейшего анализа будем опираться на эту возрастную группу. В соответствии со сделанным допущением на рис. 1 приведены возможные значения физических данных и основных показателей здоровья.

Из рис. 1 следует, что по выносливости нормой у женщин считается 30–40 приседаний за две минуты, допустимые значения варьируются в диапазоне 20–30 раз, более низкие показатели выносливости свидетельствуют о недостаточной физической активности.

Решение задачи классификации позволило выделить три класса для подбора программы тренировок, указанные в математической постановке задачи по каждому из наиболее значимых признаков. Значения выносливости по каждому из введенных классов приведены на рис. 2.

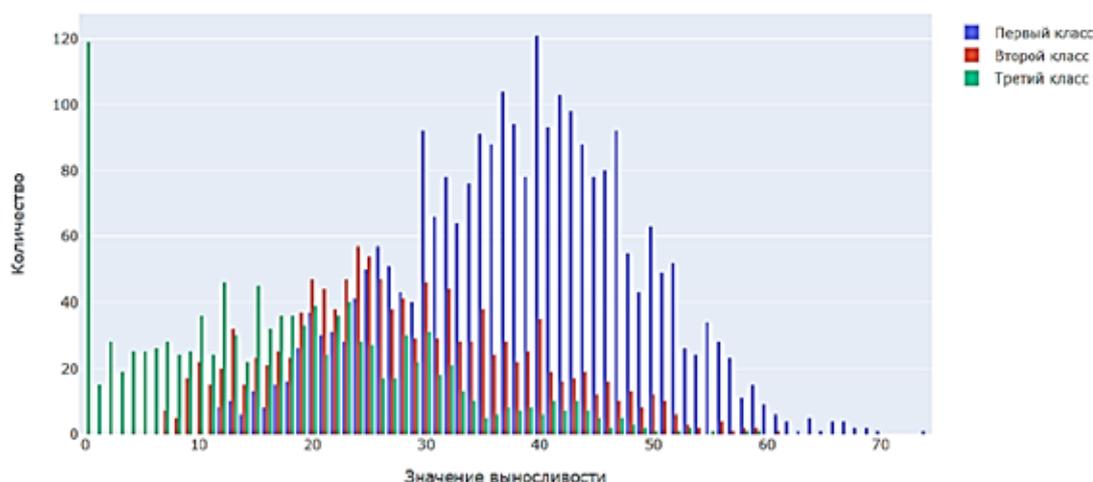


Рис. 2. Значения выносливости по классам

Таблица 3

Виды тренировок в фитнесе

Мягкие функциональные тренировки	Кардиотренировки	Силовые и функциональные тренировки
Пилатес Йога Калланетика Бодифлекс Стретчинг	Степ-аэробика Аквааэробика Шейпинг Фитбол и босу TRX Танцевальная аэробика Боевые искусства Сайкл Джампинг Kangoo jumps	Кроссфит Воркаут Бодибилдинг (культуризм) Пауэрлифтинг

Из рис. 2 видно, что практически все женщины первого класса выполнили норму по выносливости. Для женщин, попавших во второй класс, характерно значительное ухудшение показателей выносливости, хотя большинство из них еще находится в зоне допустимых значений. Это означает, что из-за пониженной выносливости этим женщинам лучше исключить из тренировочного процесса дополнительный вес и работать только со своим весом. В долгосрочной перспективе можно незначительно добавлять вес, учитывая свое состояние во время тренировочного процесса. Показатели выносливости у представительниц третьего класса выражаются низкими значениями, поэтому им рекомендуется снижение темпа во время тренировочного процесса и также работа только со своим весом. Иначе несоблюдение рекомендаций может привести к проблемам с сердечно-сосудистой системой и к заболеваниям легких.

Согласно принятой в спорте классификации различают мягкие функциональные

тренировки, кардиотренировки, силовые и функциональные тренировки [4, 5]. Классификация видов тренировок приведена в табл. 3.

Силовые и функциональные тренировки – это анаэробные тренировки, направленные на развитие мышечной силы и гипертрофии (роста) мышц. Выполнение всех видов силовых и функциональных тренировок предполагает некоторую физическую подготовку и не подходит для новичков. Кардиотренировки эффективны для похудения, поскольку позволяют сжигать большое количество калорий. Все тренировки аэробной направленности отлично развивают выносливость сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Мягкие функциональные тренировки не требуют дополнительного оборудования в виде тренажеров, достаточно веса собственного тела. При необходимости вводится различный инвентарь: резиновые эспандеры, ролики, кольца, мячи. Назначаются для пожилых людей и людей с низкими показателями здоровья.

Таблица 4

Результаты апробации разработанной модели в студии Lady stretch

Класс	Основные группы рисков здоровья	Рекомендованная программа тренировок	Количество посещений в неделю
Первый	Возможен недостаток в весе, заболевание опорно-двигательного аппарата	Stretching, аэрорастяжка, растяжка с подкачкой, гибкая спина, PRO ягодицы	3–4
Второй	Возможны проблемы с суставами и с избыточным весом, варикоз, заболевания опорно-двигательного аппарата	Stretching, гибкая спина, аэрорастяжка, растяжка с подкачкой и PRO ягодицы (работать своим весом),	2–3
Третий	Возможны проблемы с суставами, сердечно-сосудистые заболевания, избыточный вес, варикоз, заболевания дыхательной системы, заболевания опорно-двигательного аппарата	Stretching, гибкая спина, аэрорастяжка (не все упражнения), растяжка с подкачкой и PRO ягодицы (работать своим весом, в медленном темпе)	2–3

Возраст: 21 Рост: 159.5 вес: 51.3
 диастолическое АД: 80 систолическое АД: 122 сила: 16.6
 гибкость: 2.1 выносливость: 5 ИМТ: 20.16489516 Результат

Рекомендации по посещениям тренировок:
 Ходить 2-3 раза в неделю
 Stretching и гибкая спина без ограничений
 Аэрорастяжка выполнять упражнения по своему самочувствию
 Растяжка с подкачкой и PRO ягодицы работать без отягощения и в среднем или медленном темпе

Рис. 3. Результаты программной реализации модели

В качестве основной экспериментальной площадки для апробации построенной модели выбрана студия растяжки Lady stretch, расположенная в г. Оренбурге и специализирующаяся на пяти видах тренировок. Федеральная сеть студий растяжки Lady stretch имеет более 90 студий в России и СНГ, каждый день 10 тыс. женщин посещают студии.

В табл. 4 приведены результаты апробации разработанной модели. Для каждого из полученных классов проанализированы и показаны основные группы рисков здоровья, приведены рекомендуемые программы тренировок и указано наиболее благоприятное количество посещений в неделю.

Разработано программное обеспечение, позволяющее автоматизировать процедуру подбора наиболее приемлемой программы тренировок для женщин. На рис. 3 приведены результаты работы программной реализации построенной модели.

Заключение

Многообразии различных систем тренировок, в том числе в сети Интернет, создает проблему выбора эффективной системы тренировок. При этом неправильно подобранные системы тренировок представляют серьезную угрозу здоровью. Среди клиентов фитнес-индустрии присутствуют люди разных социальных и возрастных групп, разных сфер деятельности. Как правило, у потребителей фитнес-услуг разный уровень физической подготовленности, а также разный уровень физической активности в повседневной жизни. Следовательно, каждому клиенту в соответствии с его индивидуальными особенностями и возможностями необходимо подбирать различные программы физических занятий. Поэтому выбор рациональной системы тренировок на основе физиологических показателей в контексте сохранения и улучшения основных показателей здоровья является акту-

альной проблемой. От успешного решения этой актуальной проблемы зависит здоровье нации, что свидетельствует не только об эстетической, но и социальной значимости рассматриваемой проблемы.

Современное развитие искусственного интеллекта и его проникновение во все сферы человеческой деятельности позволяют автоматизировать процедуру подбора фитнес-программ. Организации, занимающиеся предоставлением фитнес-услуг, приветствуют такую тенденцию и активно внедряют в свою деятельность. Указанные мероприятия позволяют им удержать свои стратегические позиции на рынке оказания услуг данного рода: сохранить клиентскую базу и привлечь новых потребителей фитнес-услуг.

В условиях жесткой конкуренции на рынке оказания фитнес-услуг населению здоровьесберегающий подход к решению

актуальной проблемы выбора наиболее приемлемого комплекса физических упражнений для женщин в возрасте от 20 до 65 лет в соответствии с их антропометрическими, физическими данными и основными показателями здоровья является значительным конкурентным преимуществом.

Список литературы

1. Новостной портал России и мира [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rbc.ru/rbcfreenews/5b90087c9a794738d7b41fd2> (дата обращения: 07.05.2022).
2. Информационный портал России и мира [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kaggle.com/datasets/kukuroo3/body-performance-data> (дата обращения: 12.02.2022).
3. Флах П. Машинное обучение. М.: ДМК Пресс, 2015. 400 с.
4. Делавье Ф., Гандил М. Анатомия силовых тренировок для женщин. Минск: Попурри, 2015. 368 с.
5. Путьлин Д. Фитнес для девушек. Тело мечты без тренеров и диетологов. М.: АСТ, 2020. 256 с.