

ISSN 0572-2691

МЕЖДУНАРОДНЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

**ПРОБЛЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ И
ИНФОРМАТИКИ**

4'2021

Институт кибернетики им. В.М. Глушкова
НАН Украины

Институт космических исследований
НАН Украины и ГКА Украины

СОДЕРЖАНИЕ

Методы оптимизации и оптимальное управление

Григоренко В.А., Клошин Д.А., Ляшко С.И. Многоблочный метод ADMM с ускорением Нестерова 5

Легеза В.П., Нецадим А.М. Определение траекторий наибыстрейшего движения материальной точки в горизонтальном векторном поле..... 19

Методы управления и оценивания в условиях неопределенности

Наконечный А.Г., Кудин Г.И., Зинько П.Н., Зинько Т.П. Минимаксные среднеквадратические оценки матричных параметров в задачах линейной регрессии в условиях неопределенности 28

Конфликтно-управляемые процессы и методы принятия решений

Маматов М.Ш., Нуритдинов Ж.Т., Эсонов Э.Э. Дифференциальные игры дробного порядка с распределенными параметрами 38

Стохастические системы, нечеткие множества

Алиев Эльчин Р., Алиев Эльмар Р., Али А.Э. Аналитическая поддержка процесса микрокредитования с применением системы нечеткого вывода 48

Функционально-дифференциальные и импульсные системы управления

Яковенко Н.Д., Бондарчук А.П., Ковальчук О.П. Исследование динамических эффектов при микромасштабном импульсном нагружении 61

Численные методы в экстремальных задачах, методы приближения функций

Собчук В.В., Харкевич Г.И. О зависимости качества машинного перевода текста от используемого преобразования Фурье..... 69

Борсук Б.Н., Ханин А.Г. О приближении функций класса Зигмунда бигармоническими интегралами Пуассона 81

Технические средства для измерений и управления

Багацкий В.А., Багацкий А.В. Преобразование погрешностей на передаточных функциях измерения и контроля 92

Северин В.П., Никулина Е.Н. Модели ядерного реактора ВВЭР-1000 с разбиением на зоны по вертикальной оси для информационной технологии управления 105

Космические информационные технологии и системы

Ткаченко А.И. Высокоточная полетная калибровка по незадаанным маркерам .. 117

Роботы и системы искусственного интеллекта

Мовчан Л.Т., Мовчан С.Л. Исследование геометрии D -разбиения одномерной плоскости параметра характеристического уравнения непрерывной системы..... 125

Управление в экономических и биологических системах

Арапова Н.И., Шахлина Л.Я.-Г., Арапова А.А., Калитка С.В., Рода О.Б., Васильченко Л.А. Автоматизированные рабочие места для функциональной диагностики спортсменов 137

Международный научно-технический журнал «Проблемы управления и информатики», 2021, № 4

ческий жур-
— «Автоматизация»
— 10033.

ины, в теч-
щим работы
лем автома-
ий.

ых систем;
ение и мето-
неопределен-
ематическое
тия решений;
ый анализ,
импульсные
; численные
етоды обра-
управления;
темы искус-
управление

арственного
их научных
ециалистов

по автома-
оцессов Ин-
Н Украины

Украины;
«Джерело»
, «Матема-
общество»,
риканское
риканского
ы времени

одный ката-

Проблемы

мы управ-

gmail.com

14

19

издателей,
8 2017.

УПРАВЛЕНИЕ В ЭКОНОМИЧЕСКИХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

УДК 519.8.812.007

*Н.И. Аралова, Л.Я.-Г. Шахлина, А.А. Аралова,
С.В. Калитка, О.Б. Рода, Л.А. Васильченко*

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ РАБОЧИЕ МЕСТА ДЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ СПОРТСМЕНОВ

Ключевые слова: кислородные режимы организма, автоматизированная информационная система, диагностика функционального состояния спортсмена, массоперенос респираторных газов.

Введение

В современном спорте высших достижений применение системного подхода, при котором важнейшим фактором является достижение спортивного результата, проявляется в стремлении к максимальной оптимизации управления тренировочным процессом, базирующегося на данных комплексного врачебно-педагогического контроля за переносимостью спортсменами тренировочных и соревновательных нагрузок на разных этапах годичного и четырехлетнего олимпийского циклов подготовки [1, 2].

Еще одной актуальной задачей в современном спорте является отбор перспективных спортсменов. Ее успешное решение на строго научной основе способствует повышению эффективности физического воспитания и спортивной тренировки как неотъемлемой части этого процесса. Отбор относят к категории сложных комплексных проблем и выделяют его социальные, педагогические и медико-биологические аспекты [1]. Медико-биологические аспекты включают широкий круг вопросов диагностики состояния здоровья, уровня развития и состояния основных систем жизнедеятельности организма, лимитирующих спортивные достижения в каждом виде спорта.

До настоящего времени одним из наиболее эффективных и сравнительно несложных способов получения информации о функциональном состоянии системы дыхания является оценка кислородных режимов организма и поэтапной доставки кислорода, основанная на предложенной в [3] концепции регулирования кислородных режимов организма, согласно которой в организме взаимосвязаны две группы параметров — скорость транспорта кислорода и его парциальное давление (и напряжение) на основных этапах его пути (легкие, альвеолы, артериальная и смешанная венозная кровь). Анализ комбинаций этих двух групп параметров позволяет объективно охарактеризовать функцию системы газообмена между организмом и внешней средой как количественно, так и качественно.

Данный подход позволяет получить общую характеристику газового гомеостаза с помощью минимума показателей, дать его детальный анализ с привлече-

нием фундаментальных механизмов, обеспечивающих транспорт респираторных газов, провести диагностику основных синдромов, связанных с расстройством газотранспортной функции, дать кислородный «портрет» организма и его динамику при различных функциональных состояниях, оценить способность организма к восстановлению после внешних и внутренних возмущающих воздействий. Плановое накопление данных, их систематизация с последующей обработкой и анализом обеспечивают различимость и объективность характеристик большого числа обследуемых спортсменов, дают возможность проследить динамику изменений показателей в процессе годичного тренировочного цикла по периодам подготовки (переходной, базовой, соревновательной), многолетних тренировок, роста спортивного мастерства, с учетом возрастного аспекта, позволяют установить взаимосвязь между отдельными показателями, провести их дифференциацию по видам спорта, проследить динамику изменения основных показателей в период после прекращения активной спортивной деятельности.

У здорового индивидуума кислородные параметры, показатели эффективности и экономичности кислородных режимов организма, как и параметры, характеризующие продукцию, накопление и транспорт углекислого газа, показатели внутренней среды организма, ее кислотно-основного состояния и другие, оказываются настолько стабильными, что могут использоваться в качестве нормативных для данного возраста, пола, тренированности, вида спорта. Отклонения кислородных параметров и показателей экономичности и эффективности кислородных режимов от этих нормативов могут быть использованы для определения объективной характеристики изменения функционального состояния организма, прослеживания динамики этого состояния в процессе подготовки спортсменов к соревновательной деятельности, самой соревновательной деятельности и восстановительного периода, а также в процессе восстановления и реабилитации спортсменов после травм.

При анализе кислородных режимов организма (КРО) и критериев его функционального состояния предполагается комплексное определение более двадцати отдельных показателей, характеризующих состояние функциональной системы дыхания. К этим показателям относятся параметры внешнего дыхания, кислородтранспортной функции крови, системы гемодинамики, газообмена. Полученные на их основании расчетные показатели позволяют охарактеризовать деятельность функциональных систем организма и оценить функцию снабжения организма кислородом с точки зрения экономичности, эффективности, напряженности, скорости, интенсивности доставки кислорода на отдельных участках его транспорта в организме (в целом, около ста показателей).

Очевидно, что расчет и оперативный анализ такого количества информации был невозможен без применения ЭВМ. Достаточно полный обзор и анализ существующих разработок по этой тематике приведен в [4]. Дальнейшим развитием стали представленные в [5-7] программные комплексы функциональной диагностики, которые базировались на имеющихся в тот момент времени возможностях программного обеспечения.

Цель работы

Рассмотрим, что является целью данной работы.

1. Создание современной автоматизированной информационной системы (АИС) функциональной диагностики спортсменов с помощью модели КРО, которая бы позволила:

- многократно ускорить обработку данных, полученных в процессе обследования спортсменов;

- центр ботки, хранение
 - созданных положений сп
 - реали: спортсмен
2. Прием дыхания, действия у дейст

Для помощи ктивных покхания и с и Предложенных строитевнешние нолучного воздисциплина
Общий

Данные от Антропом
Данные л. исследования
Данные от обследования



Рис. 1
Международн
«Проблемы упр.

- централизованно накапливать информацию для ее предварительной обработки, хранения и коллективного использования;
- создать алгоритмический аппарат для обеспечения доказательности научных положений, разработки вариантов оптимизации решений по оценке перспективности спортсменов;
- реализовать диагностический алгоритм оценки функционального состояния спортсменов, разработанный ранее.

2. Применение разработанной АИС для расчета параметров системы внешнего дыхания, гемодинамики, дыхательной функции крови, гипоксического состояния у действующих спортсменов.

Структура программного комплекса

Для наглядности представления данных и оперативного их анализа в [8] с помощью корреляционного анализа было выбрано двадцать наиболее информативных показателей, характеризующих функциональное состояние системы дыхания и с их помощью построены модельные характеристики системы дыхания. Предложенное программное обеспечение позволяет на основе рассчитанных данных строить эти модельные характеристики, хранить их в памяти и выводить на внешние носители, создавать модельные характеристики для спортсменов различного возраста, уровня подготовки и для специализирующихся в определенных дисциплинах циклических видов спорта и силовых единоборствах.

Общий алгоритм работы модели КРО представлен на рис. 1.



Рис 1

Программное обеспечение предполагает реализацию двух рабочих мест: Лаборанта и Медика. Подобное разделение было связано с тем, что для сбора данных в процессе обследования необходим набор специфических знаний и навыков, в то время как для снятия начальных данных таковые не обязательны, кроме того, лабораторные исследования крови проводятся не непосредственно на рабочем месте, а в исследовательских лабораториях. Показатели, характеризующие состояние системы внешнего и альвеолярного дыхания, сердечной деятельности, системы кровообращения, регистрируются приборами непосредственно в процессе обследования и сразу же могут быть использованы в качестве исходных данных. Структурная схема АИС представлена на рис. 2.

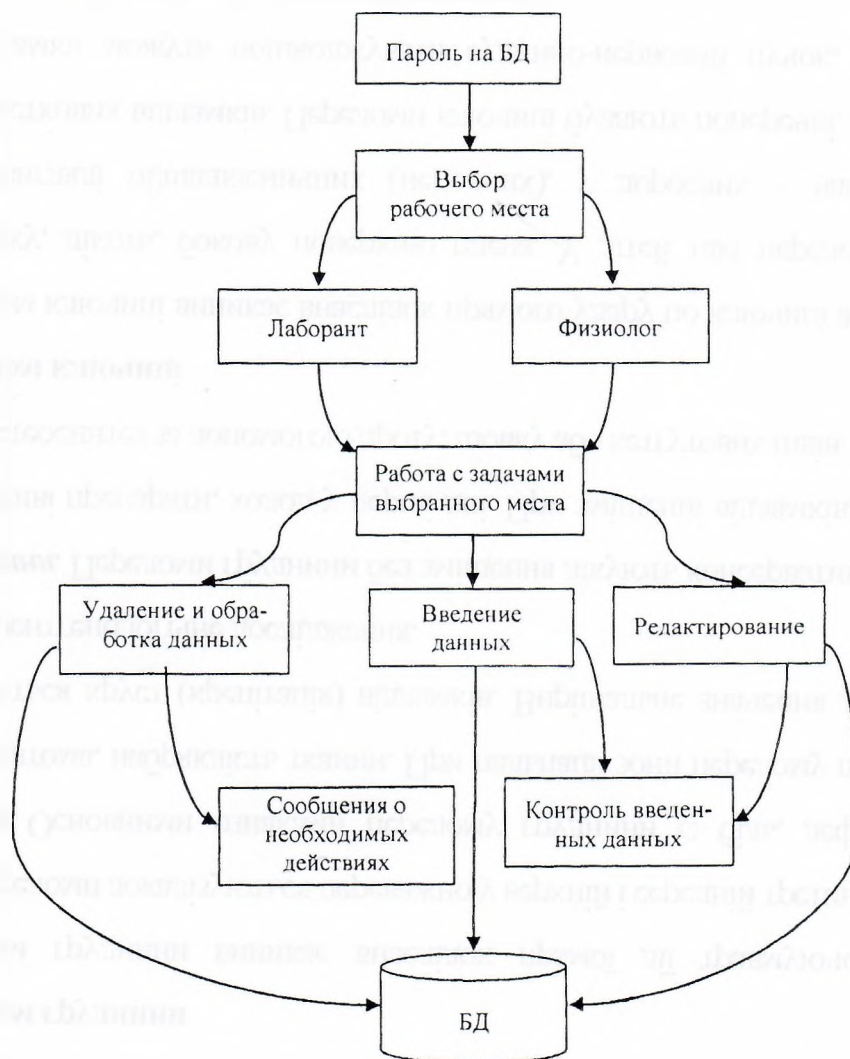


Рис. 2

Организация АИС

В БД, входящей в состав АИС, накапливается информация о каждом спортсмене, проходившем обследование, включая анкетные данные, данные о специальной технической и физической подготовленности и результаты комплексного обследования, проводимого для оценки системы дыхания.

План
работкой
стик боли
длить дин
цикла по
многолет
аспекте,
провести
ния осно
деятельн

Поск
всесторо
явилось
бором и с

Накс
эффектив

- кол
режиме;

- по:
ным фра
пользова

- пос
статистич

- ав
дующей
сменов;

- фо
грамм дл

- пр
нов, дост
ских, фи
торые об

- со
уровня
цикличес

При
(на рис.

Лаборан

в проце
ков, в т

кроме
ственно

характе
сердечн

рами не
пользов

бочих м

бочих мест
о для сбора
их знаний и
е обязатель-
е непосред-
Показатели.
го дыхания.
отся прибо-
ут быть ис-
ИС представ-

Планомерное накопление данных, их систематизация с последующей обработкой и анализом обеспечивают различимость и объективность характеристик большого числа обследуемых спортсменов, дают возможность проследить динамику изменений показателей в процессе годичного тренировочного цикла по периодам подготовки (переходной, базовый, соревновательный), многолетних тренировок, возрастания спортивного мастерства, возрастном аспекте, позволяют установить взаимосвязь между отдельными показателями, провести их дифференциацию по видам спорта, проследить динамику изменения основных показателей в период после прекращения активной спортивной деятельности.

Поскольку организация АИС предполагает структуру данных, достаточно всесторонне отражающую различные характеристики спортсмена, ее создание явилось исходной предпосылкой для решения многих задач, связанных с отбором и оценкой перспективности спортсменов.

Накопление структурированной информации в базе данных обеспечивает эффективные средства для:

- коллективного использования информации в многопользовательском режиме;
- получения справок по всем информационным массивам или по отдельным фрагментам, в том числе по произвольному набору условий, задаваемому пользователем;
- построения рядов значений показателей из структуры БД и их передачи для статистической обработки анализа;
- автоматизации процесса оценивания результатов тестирования с последующей интеграцией показателей различных сторон подготовленности спортсменов;
- формирования выходных документов, таблиц, графиков, отчетов, гистограмм для различных категорий пользователей;
- проведения ретроспективного анализа многолетней подготовки спортсменов, достигших высших разрядов, для обобщения социологических, психологических, физиологических факторов, опыта начальной или базовой подготовки, которые обеспечили фундамент и рост высокого спортивного мастерства;
- создания модельных характеристик для спортсменов различного возраста, уровня подготовки и для специализирующихся в определенных дисциплинах циклических видов спорта.

При разработке АИС были реализованы два рабочих места: Физиолога (на рис. 3 представлена структурная схема информационной части АРМа) и Лаборанта. Подобное разделение было связано с тем, что для сбора данных в процессе обследования необходим набор специфических знаний и навыков, в то время как для снятия начальных данных таковые не обязательны, кроме того, лабораторные исследования крови проводятся не непосредственно на рабочем месте, а в исследовательских лабораториях. Показатели, характеризующие состояние системы внешнего и альвеолярного дыхания, сердечной деятельности, системы кровообращения, регистрируются приборами непосредственно в процессе обследования и сразу же могут быть использованы в качестве исходных данных. В результате появляются два рабочих места.



ция о каждом
анные, данные
и результаты
дыхания.

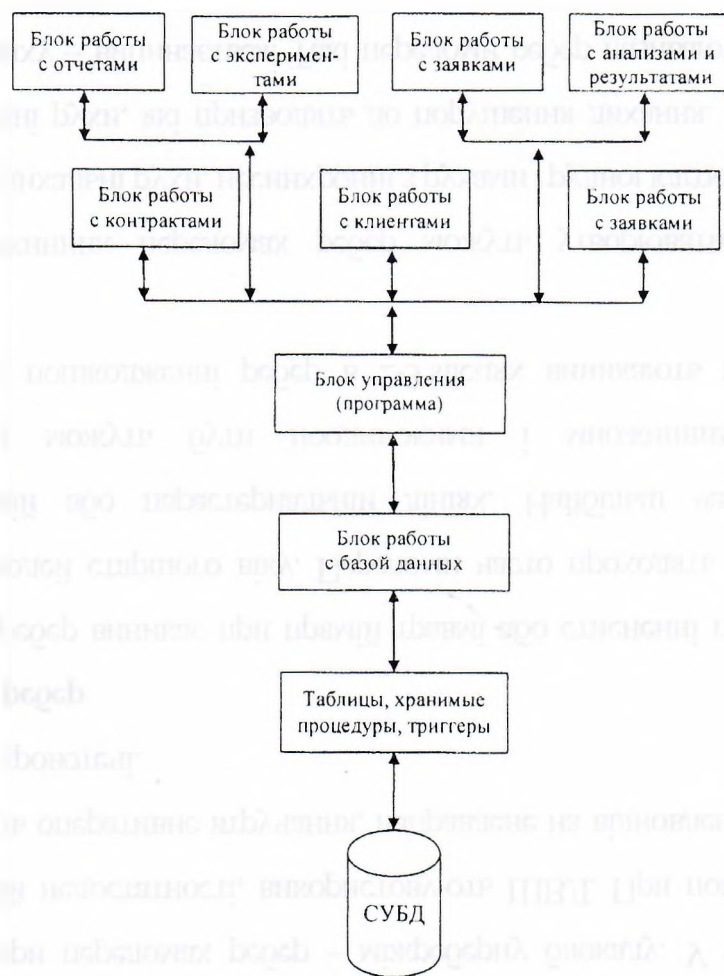


Рис 3

Организация работы АИС

Система работает следующим образом. После входа в систему на рабочее место Лаборанта вводятся общие данные об обследуемом, такие как фамилия, возраст, пол, вид спорта, квалификация, рост и вес. Автоматически система формирует группы по возрасту или квалификации. Далее на автоматизированных рабочих местах (АРМ) Медика формируются заявки на обследование определенной группы в определенную дату. На основе заявок на обследование проходит сбор общих данных об окружающей среде — барометрическое давление, парциальное давление водяных паров, высота над уровнем моря, температура окружающей среды и т.д. Происходит также забор крови для анализа. Затем происходит обследование системы дыхания, кровообращения, сердечной деятельности в покое и при различных нагрузках (возможна велоэргометрическая нагрузка или степ-тесты), в зависимости от цели, поставленной перед исследователем. После окончания обследования одного человека в базу данных также вводится информация, полученная лабораторным путем и полученная после выполнения тестов специальной работоспособности (тесты специальной работоспособности разработаны для различных видов спорта — скоростно-силовых, циклических, технических сложных видов спорта, спортивных единоборств, спортивных игр). Они позволяют сопоставить основные параметры, характеризующие функциональную сис-

тем
во
расч
орга
зве
нос
щие
зую
крат
сери
пока

схем
прог
го ф
тых

Рис 4

Инт нс
$q_{л}O_2$
q_aO_2
$q_{т}O_2$

тему дыхания во время естественной спортивной деятельности, и полученные во время велоэргометрической нагрузки. Когда введены все необходимые для расчета исходные данные, происходит расчет показателей кислородных режимов организма и их распределение по группам, которые соответствуют различным звеньям системы дыхания. Это функциональные показатели скорости, интенсивности, эффективности поэтапной доставки кислорода, показатели, характеризующие экономичность системы дыхания и кровообращения, параметры, характеризующие гипоксическое состояние организма. Данные операции могут неоднократно повториться в рамках одной заявки. При этом если вес или рост в процессе серии обследований изменились, система позволяет занести в базу изменившиеся показатели с сохранением предыдущих значений.

Программное обеспечение АИС

Необходимо упомянуть и о программном обеспечении АИС (структурная схема программного обеспечения АИС представлена на рис. 4). Такое разделение программного обеспечения позволяет оптимально выполнять возложенные на него функции. В табл. 1 описаны функции, внутренние и внешние данные упомянутых блоков.

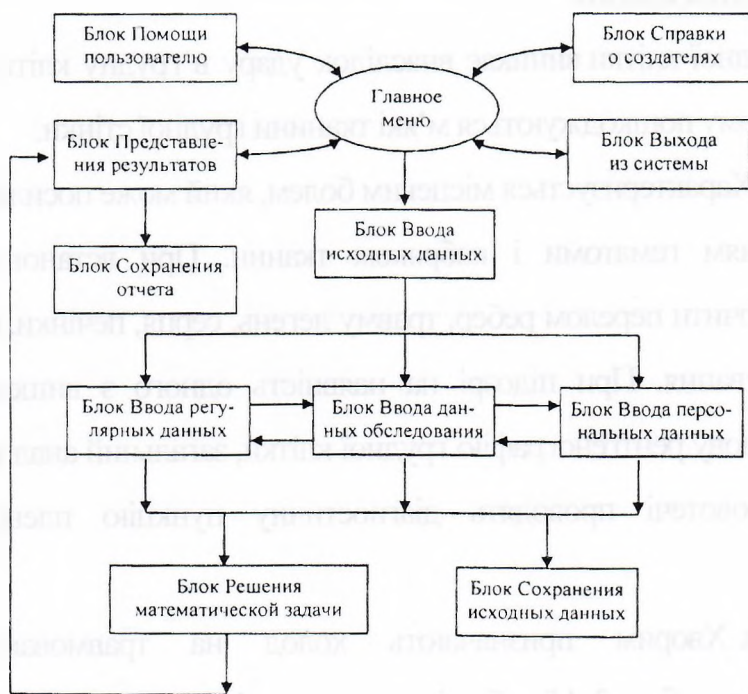


Рис. 4

Таблица 1

Интенсивность	Содержание O_2	Фаза цикла				
		I	II	III	IV	V
q_{dO_2} , мл/мин	20,9 %	$14,0 \pm 1,1$	$12,75 \pm 0,8$	$14,7 \pm 0,9$	$13,0 \pm 0,75$	$13,5 \pm 0,66$
	11 %	$9,55 \pm 0,23$	$9,25 \pm 0,31$	$9,9 \pm 0,5$	$9,55 \pm 0,3$	$8,5 \pm 0,71$
$q_a O_2$, мл/мин	20,9 %	$11,6 \pm 0,36$	$12,08 \pm 0,45$	$12,3 \pm 0,33$	$12,9 \pm 0,71$	$13,2 \pm 0,52$
	11 %	$14,0 \pm 1,1$	$13,0 \pm 0,6$	$12,3 \pm 0,33$	$12,9 \pm 0,71$	$13,2 \pm 0,52$
$q_v O_2$, мл/мин	20,9 %	$3,49 \pm 0,15$	$3,12 \pm 0,21$	$3,55 \pm 0,5$	$3,1 \pm 0,27$	$2,87 \pm 0,48$
	11 %	$4,03 \pm 0,29$	$4,4 \pm 0,3$	$4,4 \pm 0,33$	$4,3 \pm 0,46$	$3,6 \pm 0,23$

• **Блок Выхода из системы:** обеспечивает корректный выход, сохранение параметров, текущих данных с помощью диалога с пользователем. Входными данными является запрос на выход из системы.

• **Блок Справки о создателях:** из любой задачи системы выдает справку о создателе системы с информацией о контактах. Входными данными является справка о создателях.

• **Блок Помощи пользователю:** из любой задачи системы дает контекстную помощь, инструкции и советы пользователям. Входными данными является запрос на помощь пользователю.

• **Блок Ввода регулярных данных:** обеспечивает корректный ввод регулярных данных (Ф.И.О., квалификация, рост, вес). Результаты записываются в БД.

• **Блок Ввода персональных данных:** обеспечивает корректный ввод персональных данных (пульс, частота дыхания и т.д.). Результаты записываются в БД.

• **Блок Ввода исходных данных:** обеспечивает корректный ввод данных об обследуемой группе, о системе обследования, о состоянии организма в различные моменты обследования, включающий в себя проверки на совместимость данных. Осуществляется как на уровне программной части системы, так и на уровне СУБД. Результаты записываются в БД и впоследствии используются для вычисления характеристик.

• **Блок Ввода данных обследования:** обеспечивает корректный ввод данных обследования (барометрическое давление, содержание газов в воздухе и т.д.). Результаты записываются в БД.

• **Блок Сохранения исходных данных:** обеспечивает сохранение данных в БД. Сохранение происходит автоматически и с указания пользователя. Входными данными является запрос на сохранение исходных данных.

• **Блок Решения математической задачи:** построение и проведение вычислений.

• **Блок Формирования результата:** формирует графическое и табличное представления результатов работы.

• **Блок Сохранения отчета:** по желанию пользователя может быть составлен отчет о проведенной работе. Входными данными является запрос на сохранение данных об обследуемом человеке, где его сохранить.

Центральным блоком является **Главное меню**, которое определяется задачами АРМ пользователя. Общим для обоих АРМ являются все блоки **Помощи, Справки, Выхода**. В остальных блоках происходит разделение в зависимости от задач, решаемых на данном АРМ. Так, в частности **Блок Решения математической задачи** не принимает участия в работе Лаборанта и является исключительно частью АРМ Физиолога, равно как и блоки **Ввода регулярных данных** и **Ввода персональных данных** для АРМ Лаборанта. Однако блоки **Сохранения отчета, Представления результатов** и **Сохранения исходных данных** работают в АРМ по одному принципу, но с разными данными.

Отдельно стоит рассмотреть формирование и сохранение отчета. Поскольку АИС реализована на основе СУБД, это позволило использовать такой мощный инструмент, как редактор отчетов. Таким образом, на основе имеющихся в базе данных можно провести статистический обзор и обработку по различным критериям и представить результаты в документированном и нормативном виде, доступном для дальнейшей обработки стандартными текстовыми редакторами. На рис. 5 представлен пример отчета о проведенном обследовании. В частности, на основе числовых значений характеристик, снятых в процессе проведения обследования и некоторых значений этих характеристик, принятых за норму, для сравнения (оба вида данных хранятся в базе) сделаны по выбранному алгоритму соот-

ответствук
процессе
формирс
Отм
нительно
сбоев в
щей про
ботчики
вых, так
пользова
туризации



Рис. 5

Предс
родных ре
Международ
«Проблемы у

ветствующие выводы (эти данные не хранятся в базе, а становятся доступными в процессе общения с интерфейсом пользователя в диалоговом режиме или при формировании и выводе отчета).

Отметим также, что в АИС предусмотрена возможность коррекции и дополнительной проверки данных. Как показывает практика, самое большое количество сбоев в расчетах и неполадках системы возникает не из-за некорректно работающей программы, а из-за ошибки при вводе данных. В соответствии с этим разработчики создали надежный механизм проверок на корректность данных, как числовых, так и строчных. Для этого используются различные методы взаимодействия с пользователем, такие как, например, сообщения об ошибках ввода, удобная структуризация, шаблоны для ввода строковых и числовых данных, выпадающие списки.

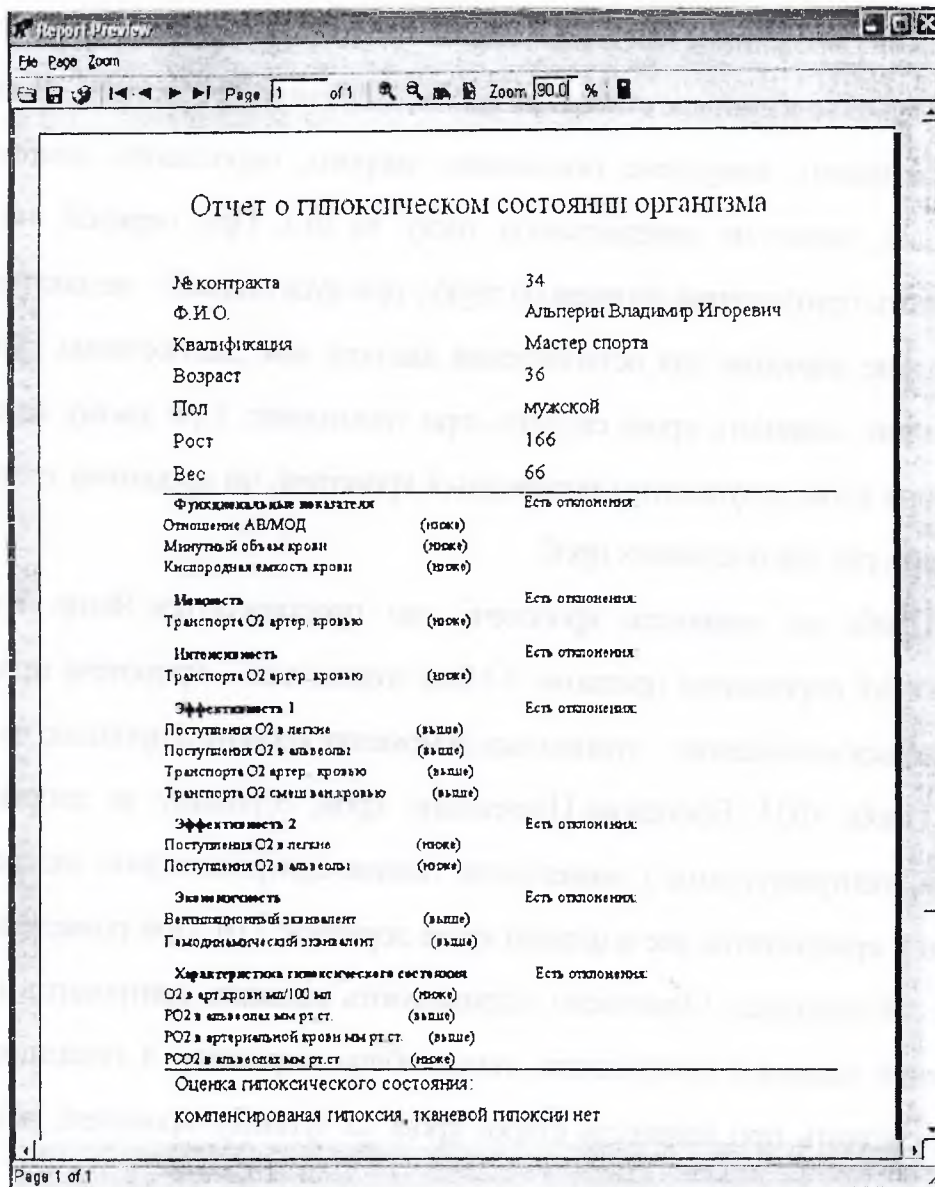


Рис. 5

Практическое применение

Представленная система использовалась для расчета параметров кислородных режимов организма высококвалифицированных спортсменов, специа-

хранение
ходными

правку о
является

текстную
является

регуляр-
в БД.

код персо-
в БД.

данных об
различные
гь данных.
на уровне
для вычис-

код данных
и т.д.). Ре-

е данных в
Входными

ычислений.
табличное

ь составлен
сохранение

ется задача-
и Помощи,
исимости от
математиче-
ключительно
ых и Ввода
ния отчета,
тают в АРМ

а. Поскольку
кой мощный
щихся в базе
ичным крите-
иом виде, до-
акторами. На
частности, на
зления обсле-
му, для срав-
горитму соот-

лизирующихся в современном пятиборье. Результаты расчетов представлены в табл. 1–5. Исследовались параметры системы дыхания, гемодинамики, дыхательной функции крови при вдыхании спортсменками смеси с 20,9 и 11 % кислорода в каждую фазу менструального цикла. Методика проведения обследования описана в [9–12].

Таблица 2

Эффективность КРО	Содержание O_2	Фаза цикла				
		I	II	III	IV	V
$q_I O_2$, мл/мин	20,9 %	6,27 ± 0,95	6,14 ± 0,89	6,6 ± 0,96	6,2 ± 0,91	7,2 ± 1,0
	11 %	3,44 ± 0,15	2,85 ± 0,12	3,33 ± 0,11	3,05 ± 0,1	3,4 ± 0,12
$q_A O_2$, мл/мин	20,9 %	4,01 ± 0,8	4,08 ± 0,7	4,13 ± 0,75	4,21 ± 0,79	4,7 ± 0,81
	11 %	2,4 ± 0,03	2,04 ± 0,02	2,25 ± 0,03	2,23 ± 0,03	2,34 ± 0,04
$q_U O_2$, мл/мин	20,9 %	3,33 ± 0,14	3,87 ± 0,15	3,47 ± 0,12	4,19 ± 0,17	4,6 ± 0,19
	11 %	3,47 ± 0,06	2,86 ± 0,03	2,74 ± 0,02	3,08 ± 0,05	4,25 ± 0,07
$q_V O_2$, мл/мин	20,9 %	2,33 ± 0,04	2,87 ± 0,05	2,45 ± 0,03	3,2 ± 0,06	3,67 ± 0,08
	11 %	2,47 ± 0,05	1,86 ± 0,02	1,74 ± 0,02	2,1 ± 0,4	3,25 ± 0,07

Таблица 3

Показатель	Содержание O_2	Фаза цикла				
		I	II	III	IV	V
VE, у.о.	20,9 %	33,4 ± 0,6	32,7 ± 0,8	35,2 ± 0,9	32,9 ± 0,4	38,3 ± 1,2
	11 %	34,7 ± 0,9	28,8 ± 0,5	33,7 ± 0,8	30,0 ± 0,6	34,2 ± 0,9
O_{2RC} , мл/д.ц.	20,9 %	11,64 ± 0,66	10,8 ± 0,58	11,4 ± 0,73	10,5 ± 0,85	8,1 ± 0,53
	11 %	12,8 ± 0,7	16,3 ± 0,8	14,4 ± 0,9	14,2 ± 1,0	12,4 ± 0,75
HE, у.о.	20,9 %	20,3 ± 0,6	23,35 ± 0,9	20,83 ± 0,8	25,9 ± 1,1	28,0 ± 0,9
	11 %	23,8 ± 0,7	20,2 ± 0,6	20,65 ± 0,9	22,4 ± 0,8	27,9 ± 0,7
O_{2CC} , мл/уд	20,9 %	2,97 ± 0,36	2,72 ± 0,41	3,03 ± 0,32	2,44 ± 0,28	2,23 ± 0,31
	11 %	2,54 ± 0,39	3,17 ± 0,43	3,91 ± 0,37	2,86 ± 0,30	2,3 ± 0,35
O_{2int} , %	20,9 %	29,34 ± 0,6	24,25 ± 0,5	27,54 ± 0,6	27,54 ± 0,6	21,0 ± 0,5
	11 %	24,82 ± 0,8	29,28 ± 0,9	29,35 ± 0,8	29,35 ± 0,8	20,2 ± 0,7

Таблица 4

Показатель	Содержание O_2	Фаза цикла				
		I	II	III	IV	V
ЧСС, уд/мин	20,9 %	65,8 ± 13,4	64,2 ± ± 2,2	60,0 ± 2,0	72,0 ± 2,3	73,8 ± 2,3
	11 %	88,6 ± 4,2	80,2 ± 1,8	85,2 ± 1,2	85,4 ± 0,9	91,2 ± 1,3
УО, мл	20,9 %	60,2 ± 1,1	63,6 ± 1,1	63,3 ± 0,8	63,5 ± 64,2	62,6 ± 1,0
	11 %	60,4 ± 0,9	64,1 ± 1,3	60,2 ± 0,9	64,2 ± 0,8	63,3 ± 0,8
МОК, мл/мин	20,9 %	3961 ± 36	4083 ± 41	4176 ± 44	4572 ± 42	4620 ± 22
	11 %	5351 ± 52	5140 ± 38	5129 ± 41	5482 ± 33	5773 ± 43
ГЭ, у.с.	20,9 %	20,3 ± 0,6	23,35 ± 0,9	20,83 ± 0,8	25,9 ± 1,1	28,0 ± 0,9
	11 %	23,8 ± 0,7	20,2 ± 0,6	20,65 ± 0,9	28 ± 0,8	27,9 ± 0,7

представлены в
таблице, дыха-
20,9 и 11 %
данные обслед-

Таблица 2

V
7,2 ± 1,0
3,4 ± 0,12
4,7 ± 0,81
2,34 ± 0,04
4,6 ± 0,19
4,25 ± 0,07
3,67 ± 0,08
3,25 ± 0,07

Таблица 3

V
38,3 ± 1,2
34,2 ± 0,9
8,1 ± 0,53
12,4 ± 0,75
28,0 ± 0,9
27,9 ± 0,7
2,23 ± 0,31
2,3 ± 0,35
21,0 ± 0,5
20,2 ± 0,7

Таблица 4

V
73,8 ± 2,3
11,2 ± 1,3
12,6 ± 1,0
13,3 ± 0,8
620 ± 22
773 ± 43
8,0 ± 0,9
7,9 ± 0,7

Таблица 5

Показатель	Содержание O ₂	Фаза цикла				
		I	II	III	IV	V
МОД, мл/мин	20,9 %	6525 ± 204	5713 ± 192	7050 ± 360	5800 ± 201	6325 ± 208
	11 %	7825 ± 301	7325 ± 274	8360 ± 370	7555 ± 362	7100 ± 295
ЧД, дых/мин	20,9 %	16,8 ± 0,5	16,2 ± 0,7	17,6 ± 0,7	16,8 ± 0,8	20,4 ± 1,2
	11 %	17,6 ± 0,4	15,6 ± 0,4	17,2 ± 0,9	17,2 ± 0,8	16,8 ± 1,0
ЛО, мл	20,9 %	388,4 ± 21	352,6 ± 26	400,6 ± 39	345,3 ± 28	310,0 ± 34
	11 %	444,6 ± 28	469,6 ± 37	486,0 ± 29	439,0 ± 39	422,6 ± 26
ΔV, мл/мин	20,9 %	195,6 ± 14	174,8 ± 16	200,5 ± 18	175,9 ± 11	165,0 ± 15,2
	11 %	225,4 ± 8	254,4 ± 13	248,3 ± 19	244,6 ± 21,2	207,7 ± 11,8
ВЭ, у.е	20,9 %	33,4 ± 0,6	32,7 ± 0,8	35,2 ± 0,9	32,9 ± 0,4	38,3 ± 1,2
	11 %	34,7 ± 0,9	28,8 ± 0,5	33,7 ± 0,8	30,0 ± 0,6	34,2 ± 0,9
S _a O ₂ , %	20,9 %	97,2 ± 0,9	97,2 ± 0,4	97,8 ± 0,4	97,2 ± 1,0	97,2 ± 0,7
	11 %	81,0 ± 1,0	82,8 ± 1,2	85,0 ± 0,8	82,0 ± 0,6	80,6 ± 0,4

Заключение

Предложенное программное обеспечение позволяет использовать модель кислородных режимов организма практически в режиме реального времени, так как многократно ускоряет обработку данных, полученных в процессе обследования спортсменов, дает возможность централизованно накапливать информацию для ее предварительной обработки, хранения и коллективного использования. Это программное обеспечение позволяет сопоставить основные параметры, характеризующие функциональную систему дыхания во время естественной спортивной деятельности, и параметры, полученные во время велоэргометрической нагрузки, восстановления, в годичном цикле подготовки, на протяжении олимпийского цикла, в течение всей спортивной деятельности и после нее, в период восстановления и реабилитации после тяжелых травм, когда тренировочная активность была приостановлена, а также исследовать процессы адаптации организма спортсмена к тренировочным нагрузкам.

*Н.І. Аралова, Л.Я.-Г. Шахліна, А.А. Аралова,
С.В. Калитка, О.Б. Рода, Л.А. Васильченко*

АВТОМАТИЗОВАНИ РОБОЧИ МІСЦЯ ДЛЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ДІАГНОСТИКИ СПОРТСМЕНІВ

Однією з важливих задач спортивної підготовки у сучасному спорті вищих досягнень є можливість керування станом організму спортсменів у процесі тренувальної та змагальної діяльності. Застосування з цією метою систем, які реєструють та аналізують інформацію щодо функціональних можливостей спортсмена в динаміці його діяльності, дозволяє забезпечити індивідуальний підхід при плануванні та корекції тренувальних навантажень.

Особливе значення це має при лікарсько-педагогічному обстеженні. Розробка методів та засобів, що підвищують працездатність, зокрема у практиці спорту вищих досягнень, є одним з базових принципів сучасної спортивної медицини, фізіології праці та спорту. У практиці сучасної медицини при здійсненні масових обстежень спортсменів дотепер є актуальним підхід, який ґрунтується на запропонованій А.З. Колчинською концепції щодо регулювання кисневих режимів організму, який дозволяє дати загальну характеристику газового гомеостазу, провести діагностику основних синдромів, пов'язаних із порушеннями транспорту респіраторних газів в організмі, оцінити функціональний стан організму на всіх етапах річного циклу спортивної підготовки і у період після навантажувального відновлення. Оскільки ця робота пов'язана з великою кількістю розрахунків і наступною обробкою отриманої інформації, необхідно використовувати сучасні засоби інформаційної підтримки. Так, автоматизована інформаційна система (АІС) функціональної діагностики спортсменів дозволяє багаторазово прискорити обробку даних, отриманих при обстеженні спортсменів, централізовано накопичувати інформацію для її попередньої обробки, зберігання та колективного використання. АІС оснащена сучасними сервісами графічного та табличного представлення результатів, що дозволяє здійснювати аналіз динаміки функціонального стану спортсменів протягом річного циклу підготовки, а також на етапі чотирирічного тренувального олімпійського циклу.

Ключові слова: кисневі режими організму, автоматизована інформаційна система, діагностика функціонального стану спортсмена, масоперенос респіраторних газів.

*N.I. Aralova, L.Ya.-G. Shakhlina, A.A. Aralova,
S.V. Kalytka, O.B. Roda, L.A. Vasylychenko*

AUTOMATED WORKPLACES FOR FUNCTIONAL DIAGNOSTICS OF ATHLETES

One of the most important tasks in modern sport's training for the sport of highest achievements is the ability to control the state of the athlete's body in the process of training and competitive activities. For this purpose, the use of systems registering and analyzing information about the functional capabilities of an athlete in the dynamics of his activity, allows you to provide an individual approach when planning and correcting training loads. This is especially important for medical and pedagogical examination. The development of methods and means for increasing physical performance and, in particular, in the practice of high-performance sports, is one of the most important principles of modern sports medicine, physiology of labor and sports. In the practice of modern sports medicine, when carrying out mass examinations of athletes, the approach based on the proposed A.Z. Kolchinskaya concept on the regulation of the body's oxygen regimes, which allows to give a general characteristic of gas homeostasis, to diagnose the main syndromes associated with disorders of the transport of respiratory gases in the body, to assess the functional state of the body at all stages of the annual cycle of sports training and during the post-exercise recovery period. Since this work is associated with a large number of calculations and subsequent processing of the information received, it is necessary to use modern means of modern information support. Thus, the automated information system (AIS) for the functional diagnostics of athletes allows many times to speed up the processing of data obtained during the examination of athletes, centrally accumulate information for its preprocessing, storage and collective use of the AIS, is equipped with convenient services for graphics!

and tabular presentation of data, allows analyzing the dynamics of functional state of athletes in the annual cycle of their training, as well as at the stage of the 4-year training Olympic cycle.

Keywords: oxygen modes of the body, automated information system, diagnostics of the functional state of an athlete, mass transfer of respiratory gases.

1. Платонов В.Н. Периодизация спортивной тренировки. Общая теория и ее практические приложения. К. : Олимпийская литература, 2013. 2. С. 522–562.
2. Спортивная медицина: Учебник для студентов высших учебных заведений физического воспитания. Под ред. Л.Я.-Г. Шахлиной. Киев : Наук. думка, 2016. 452 с.
3. Колчинская А.З., Лауэр Н.В., Шкабара Е.А. О регулировании кислородных режимов организма. В кн. «Кислородный режим организма и его регулирование». Киев : Наук. думка; 1966. С. 349–556.
4. Аралова Н.И. Оценка функциональной системы дыхания, кислородных режимов организма и степени гипоксии (комплекс программ для ПЭВМ). *Физиол. журн.* 1996. 42. С. 3–4.
5. Аралова А.А., Аралова Н.И., Ковальчук-Химюк Л.А., Онопчук Ю.Н. Автоматизированная информационная система функциональной диагностики спортсменов. *Управляющие системы и машины.* 2008. 3. С. 73–78.
6. Aralova A.A., Aralova N.I., Klyuchko O.M., Mashkin V.I., Mashkina I.V. Information system for the examination of organism adaptation characteristics of flight crews' personnel. *Electronics and control systems.* 2018. № 2. P. 106–113. DOI: 10.18372/1990-5548.56.12944
7. Klyuchko O.M., Aralova N.I., Aralova A.A. Electronic automated work places for biological investigations *Biotechnologia Acta*, K., 2019. 12, № 2. P. 5–26. <https://doi.org/10.15407/biotech.12/02/005>
8. Аралова Н.И. Моделирование кислородных режимов организма при планировании и управлении тренировочным процессом. Киев : ИК им. В.М. Глушкова АН УССР; 1988. Рук. деп. в ВИНТИ, 05.01.89, № 144.
9. Шахлина Л. Я.-Г. Медико-биологические основы спортивной тренировки женщин. К. : Наук. думка, 2001. 325 с.
10. Шахлина Л.Я.-Г. Реакция организма спортсменок на снижение содержания кислорода во вдыхаемом воздухе в разные фазы менструального цикла. *Спортивная медицина.* 2008. № 1. С. 78–82.
11. Шахлина Л. Я.-Г. Особенности функциональной адаптации организма спортсменок высокой квалификации к большим физическим нагрузкам. *Спортивная медицина.* 2012. № 1. С. 20–30.
12. Спортивная медицина. Підручник для студ. закл. вищої освіти фіз. виховання і спорту / Л.Я.-Г. Шахліна, Б.Г. Коган, Т.О. Терещенко, В.П. Тищенко, С.М. Фурорний.; за ред. Л.Я.-Г. Шахліної. Київ. НУФВСУ. Олімпійська література. 2019. 450 с.

Получено 01.02.2021

После доработки 31.03.2021