



МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ УПРАВЛЕНИЯ СОСТОЯНИЕМ ЗДОРОВЬЯ СТУДЕНТА

Рассмотрен методологический подход к процессу индивидуализации управления состоянием здоровья студентов. Подход использует анализ широкого круга показателей состояния здоровья с их последующим обобщением с целью формирования интегрального индекса оценивания уровня здоровья студента и разбиения множества студентов на группы, в которых применяются различные методики, комплексы упражнений и их интенсивность.

Введение. На состояние здоровья подрастающего поколения оказывает влияние сложный комплекс разнообразных факторов, среди которых особое место принадлежит учебной нагрузке, связанной с интенсивной умственной деятельностью, нарушением режима труда и отдыха, гиподинамией, психоэмоциональным напряжением, стрессовыми ситуациями. В то же время современное общество нуждается в гармонически развитых, компетентных специалистах, имеющих высокий уровень здоровья и хорошую физическую подготовленность. В этой связи во многих странах мира студенчество, как социальная группа, подверженная опасности развития многих болезней, выделено в отдельную группу риска. Анализ контингента первокурсников ХНТУ показывает, что количество студентов, посещающих занятия по физическому воспитанию в специальных группах здоровья, увеличилось за последние 10 лет более, чем в два раза. Студенты, имеющие различные заболевания, составляют свыше 10% общего контингента студентов, на первом курсе их количество превышает 40%. Поэтому управление физическим развитием студентов и улучшением их здоровья в процессе физического воспитания представляет несомненный интерес [1-4].

Цель работы. Оценка состояния здоровья каждого студента позволяет выделить группы студентов, которые нуждаются в особом подходе к занятиям физической культурой. Для проведения практических занятий по физическому воспитанию в вузах студенты с учетом пола, состояния здоровья, физической и спортивной подготовленности распределяются в различные группы: спортивного мастерства, основные, подготовительные и специальные. Такое разделение, в свою очередь, играет важную роль для профилактики заболеваний, для улучшения состояния наблюдаемого, для корректировки индивидуального комплекса физических упражнений в зависимости от результатов наблюдений. Следует отметить, что слабое физическое развитие считается главной причиной заболеваний. В свою очередь, хронические заболевания вызывают ухудшение физического развития [5]. В связи с этим возникает необходимость своевременного мониторинга отдельных компонентов здоровья студентов и формирования для каждой группы соответствующих упражнений. Целью работы является рассмотрение методологических основ построения информационных систем и технологий, предоставляющих преподавателю физического воспитания в вузе варианты разделения студентов на группы, рекомендуемых для каждой группы комплекс упражнений и их интенсивность на основании информации о физическом состоянии и функциональных возможностях организма конкретного индивидуума.

Изложение основных результатов. Существующий на сегодняшний день уровень компьютеризации кафедры физического воспитания не позволяет ее преподавателям оперативно отслеживать состояние здоровья студентов и накапливать информацию о каждом индивидууме. Необходима система управления, позволяющая автоматизировать процессы обработки информации и управлять состоянием здоровья человека. В то же время система управления состоянием человека по сравнению с управлением техническими объектами должна содержать дополнения, позволяющие создавать адаптивные системы управления таким специфическим объектом. Реально используемая математическая модель и алгоритм решения задачи планирования и регулирования не могут быть универсальными. Для каждого индивидуума с учетом его особенностей должен разрабатываться соответствующий ему алгоритм управления. Из этого следует, что такая система будет способна вырабатывать эффективные управляющие воздействия лишь при наличии в ее составе своеобразного механизма адаптации, обеспечивающего приспосабливание системы к изменению как объекта управления, так и окружающей среды. Формирование модели и алгоритма управления предлагается реализовать с помощью системы поддержки принятия решений (СППР). СППР реализует адаптацию системы управления, что позволяет минимизировать число проблемных ситуаций, в которых система не в состоянии предложить удовлетворительного решения. СППР представляет возможность преподавателю организовывать и хранить индивидуальные данные конкретного студента, показывать соответствие его физического состояния запланированной траектории развития и составлять программу корректировки здоровья, проводить необходимое имитационное моделирование, получать информацию в удобной форме и т.д.



Анализ возможностей и технологии воздействия на индивидуума с позиций теории управления, позволил предложить схему управления таким классом объектов (рис.1). Как известно, система управления всегда должна достигать цели управления $g(t)$. В процессе управления осуществляется контроль за значениями управляемых параметров и сравнение их с заданными. Состояние управления отражается выходными показателями $y(t)$ объекта управления. Внешние возмущения, влияющие на объект, обозначим $f(t)$, к ним относят заболевания, погодные условия, стрессы; $r(t)$ – это переменные управления, например, двигательные упражнения; $z(t)$ – переменные состояния объекта управления, прошедшие предварительную обработку в блоке обратной связи; $\varepsilon(t)$ – рассогласование между фактическим и желаемым состоянием объекта управления.

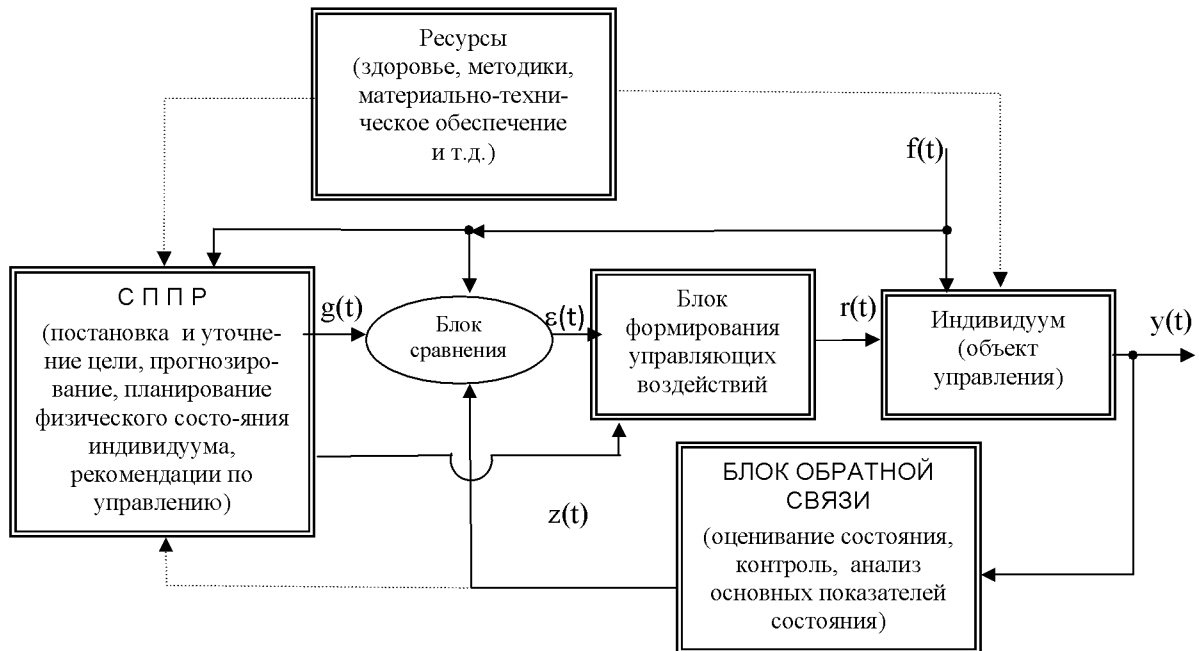


Рис. 1. Общая схема системы управления здоровьем студента

Планирование значений показателей состояния конкретного индивидуума должно быть реальным и приемлемым для него. При выработке решений по управлению состоянием человека необходимо учитывать возможности по их реализации и действия, производимые после принятия решения. Важнейшим является определение критериев адаптивной системы, которые могут определяться, например, с помощью функции штрафа, учитывающей продолжительность отклонения показателей состояния объекта управления от нормы. Кроме отмеченных особенностей, система должна предоставлять возможность оценивания эффекта от ее функционирования.

Учет перечисленных требований к системе управления позволяет разрабатывать соответствующие алгоритмы адаптации и механизмы управления физическим состоянием человека и улучшения его здоровья.

Получение объективных оценок параметров здоровья является важным показателем оценки состояния человека. Такая оценка позволяет выделить группы, которые находятся в состоянии риска, а это в свою очередь играет важную роль для диагностики и профилактики заболеваний путем подбора индивидуального комплекса физических упражнений.

Следует отметить, что измерить уровень здоровья достаточно сложно. Поэтому для оценки здоровья по рекомендациям ВОЗ используются косвенные показатели такие, как физическая подготовленность, адаптация, психологический и психофизиологический статус. Данные ряда авторов, наши исследования и практический опыт свидетельствуют, что среди простых и легко доступных показателей у студентов наиболее информативным являются индексы Робинсона, Руфье, Кетле, тесты ЕВРОФИТ и др. Эти индексы тесно взаимосвязаны с величиной максимального потребления кислорода, а также с другими показателями физической подготовленности и используются нами для экспресс-диагностики физического здоровья студентов. Поскольку такие показатели измеряются в разных единицах, разработана отдельная система для оценивания каждого показателя в баллах. При этом учитывается принадлежность студента к той или иной группе и его заболевание, что позволяет преподавателю подобрать значения параметров соответствующих тестов. По итогам тестирования студент может получить 100 баллов. Тестирование проводится в два этапа: первый – на скорость, силу ног и выносливость; второй – на силу рук, ловкость, гибкость. Например, для легкоатлетических



упражнений (бег 100 м, юноши) норматив следующий: 13,2 с – 5 баллов; 13,9 с – 4; 14,4 с – 3; 14,9 с – 2; 15,5 с – 1 балл. Аналогичные шкалы созданы и для других тестов.

Студенты специальных медицинских групп на протяжении учебного года ведут дневники самоконтроля, сдают учебные нормативы и тесты физической подготовленности, которые учитывают заболевание студента и откорректированы с учетом индивидуальных особенностей студентов.

Полученные данные позволяют преподавателю физической культуры подбирать рациональный оздоровительно-тренировочный двигательный режим, что дает возможность оптимизировать процессы развития организма студента, нивелировать негативное влияние вузовского режима и организации учебного процесса, а также других отрицательно воздействующих факторов среды.

Проведенные исследования позволили нам предложить использование комбинированного управления, объединяющего компенсирующее управление по возмущениям с управлением по полученным результатам наблюдения (рис. 2).

В этом случае управляющая подсистема заблаговременно, методом экспресс-диагностики, обнаруживает начальную стадию влияния дестабилизирующих факторов и пытается устранить их. По окончании определённого периода осуществляется более тщательная диагностика состояния организма индивидуума, которая позволяет получить объективную информацию и принять решение о дальнейших управляющих воздействиях. Такой подход к управлению физическим состоянием индивидуума позволяет минимизировать как потери от влияния дестабилизирующих факторов, так и затраты на их компенсацию.

С учётом возможностей диагностики в условиях высшего учебного заведения в качестве источников «слабых сигналов» нами определено тестирование двигательных способностей студентов. Для этой же цели используется пульсовая диагностика.

Предложенную систему экспресс-диагностики довольно легко внести в информационную систему и осуществлять прогноз состояния физического здоровья индивидуально для каждого студента и на этой основе планировать и выбирать соответствующие мероприятия по их оздоровлению немедикаментозными средствами и подбирать тренировочные программы.

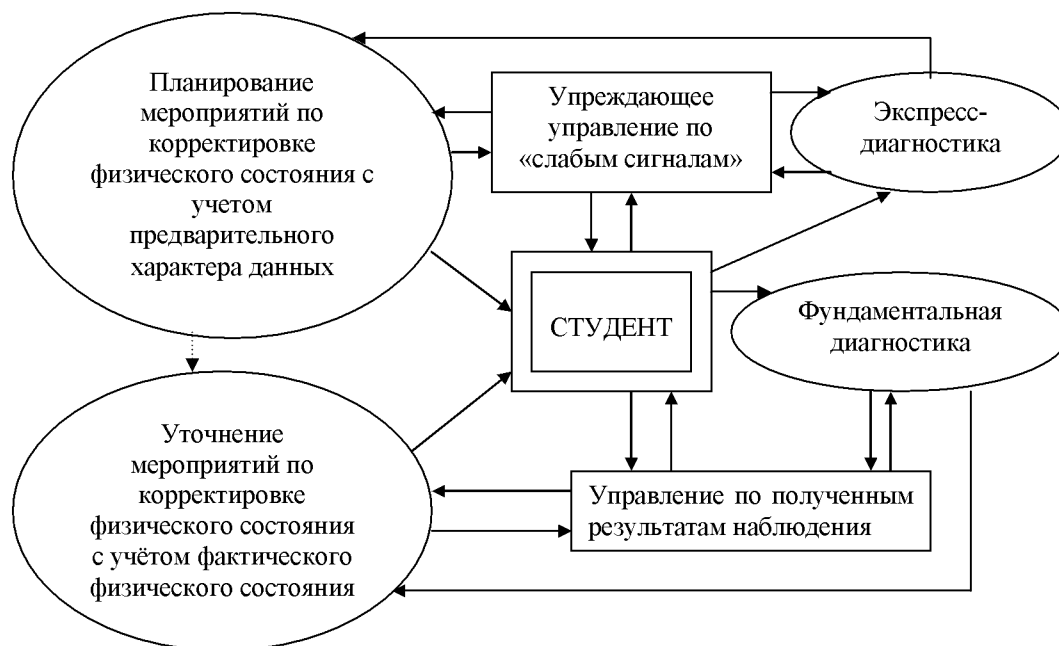


Рис.2. Схема комбинированного управления функциональным состоянием студента

Любая задача оценки здоровья и диагностики может рассматриваться как поиск отображения формулы вида

$$X^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*) \rightarrow d_j \in D = (d_1, d_2, \dots, d_m) \quad (1)$$

где X^* – множество параметров состояния исследуемого;

D – множество возможных комплексов упражнений.

Трудности решения задач оценки здоровья обусловлены следующими причинами:

– для правильного подбора комплекса упражнений необходимо учитывать огромное количество параметров состояния обследуемого;



– отсутствуют аналитические зависимости между параметрами состояния обследуемого (причинами) и комплексом упражнений (следствием).

Сложность построения таких зависимостей определяется как большим числом параметров, так и разнородным их характером. Они могут быть как количественными (возраст, давление, пульс и т.п.), так и качественными (боль, состояние и др.). В этих условиях актуальной становится проблема создания моделей, используемых преподавателями физической культуры в системах интеллектуальной поддержки принятия решений.

В основу разработки модели оценивания и корректировки здоровья студента положена спиральная модель жизненного цикла реализации этапов разработки (рис. 3), в которой на каждом витке спирали реализуются этапы формирования модели оценки здоровья студента и подбора комплекса физических упражнений. С каждым последующим витком качество разработки улучшается и, наконец, получается приемлемый вариант модели.

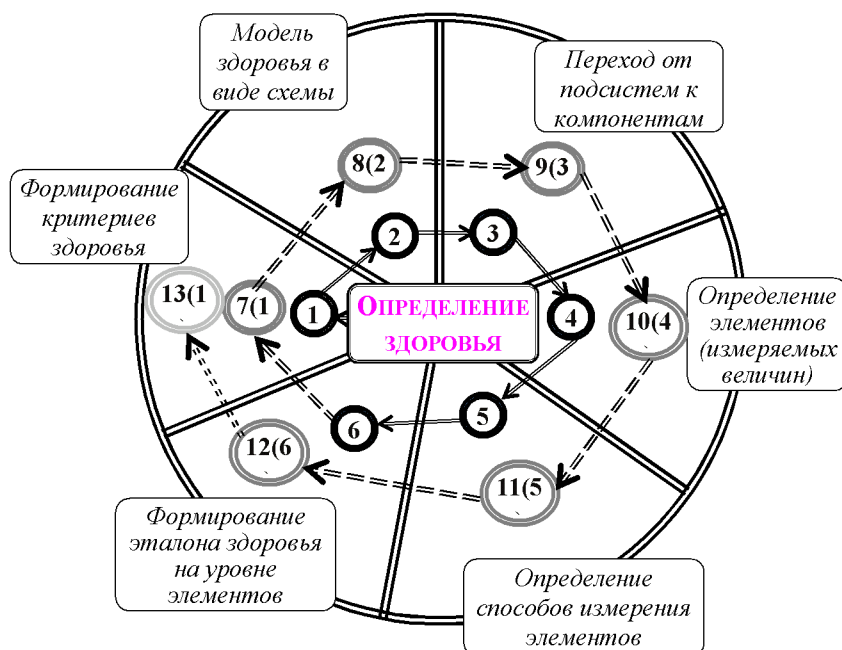


Рис. 3. Этапы разработки модели оценки и корректировки здоровья студента

Анализ медицинских характеристик индивидуума позволил при разработке модели оценивания и корректировки здоровья студента сформировать четыре подсистемы (рис. 4), которые определяют основные составляющие, входящие в определение здоровья. Использование построенной структурной модели состава здоровья студентов предполагает формирование информационной и аналитической базы для принятия управленческих решений и создание соответствующей системы информационной поддержки принятия решений.

Основной формой применения таких оценок являются физические упражнения и естественные факторы. Организационными основами корректировки здоровья считаются: теоретическая подготовка, методическая подготовка, практическая подготовка и контроль. Комплексная исходная оценки состояния студента позволяет определить перед началом занятий его принадлежность к определенной группе. Проведение занятий по определенной программе, полученной на основе оценки состояния студента, основывается на следующих принципах: непрерывности; систематического чередования нагрузок и отдыха; постепенного увеличения нагрузок и адаптивного баланса их динамики; традиционных и нетрадиционных методов и средств физического совершенствования. Контроль эффективности занятий позволяет составить рекомендации на дальнейшие этапы обучения.

На сегодняшний день нет идеальных для студентов разных специальных групп интегральных показателей оценки здоровья. Задача отбора студентов в группы является многокритериальной. К критериям отбора относятся характеристики различных составляющих здоровья. Процесс отбора усложняется еще и тем, что зачастую он происходит в условиях неполной информации. Заранее невозможно назвать одну характеристику, по которой будет производиться отбор индивидуума. Очень часто лицо, принимающее решение, оперирует понятиями «здоров», «практически здоров», «условно здоров», «не здоров» и т.п. Многокритериальная по своей сущности задача отбора нуждается в разработке метода решения, позволяющего разработать эффективную политику в данном вопросе [7].

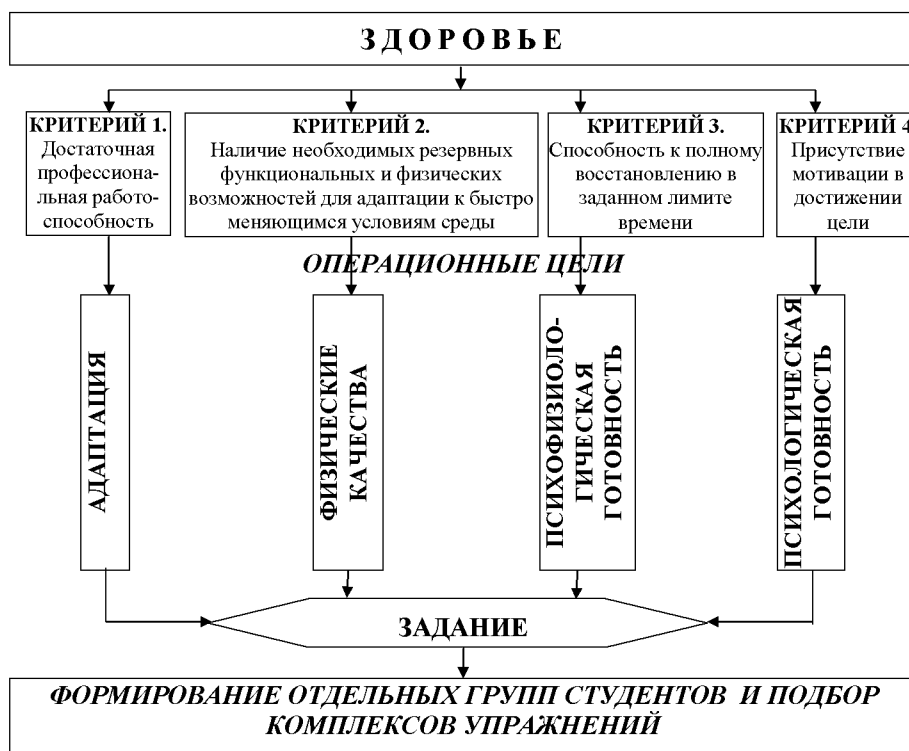


Рис. 4. Стратегические цели улучшения здоровья

Отбор студента в конкретную группу предлагается осуществлять на основе экспертных оценок. Во время анализа экспертам приходится сталкиваться с такими проблемами, как несовместимость медицинских показаний различных студентов, неопределённость данных с позиции их трактовки отдельным студентом и преподавателем ввиду различного видения конечных целей и пр. Чтобы урвать эти расхождения, здесь используется рейтинговое оценивание здоровья студента.

Для формализации задачи отбора студента в конкретную группу, которую необходимо решить для всего множества студентов вуза, предлагается применить следующую схему процедуры отбора: формирование набора критериев оценивания здоровья отдельного индивидуума; сбор данных об участниках процесса отбора; разработка математических моделей ранжирования; формирование интегрального индекса оценивания здоровья студента. Такая процедура предоставляет возможность вычислять рейтинг анализируемых индивидуумов и располагать их в определенном порядке на рейтинговой шкале.

Глобальный критерий рейтинга определяется на основе первичной медицинской информации о здоровье студента. Первичную информацию целесообразно группировать в блоки показателей – совокупность показателей, которые определяют составляющие состояния здоровья студента (например, «Костно-мышечная система», «Сердечно-сосудистая система», «Желудочно-кишечный тракт» и др.). Для каждого блока первичные данные преобразуются с целью возможности их сравнения, таким образом получают рейтинговые индикаторы, которые для каждого блока показателей здоровья студента затем объединяются в единый показатель – индекс I . В качестве глобального критерия, на основе которого осуществляется общая оценка здоровья студента, применяется интегральный индекс KI , определяемый по индексам I .

Алгоритм определения параметров системы рейтингового оценивания здоровья студентов следующий.

1. На основе имеющихся медицинских показаний анализируемых индивидуумов формируется база первичных показателей системы рейтингового оценивания. Характеризующие состояние здоровья показатели – это параметры, которые базируются на использовании достоверных, объективных и точных данных, которые подтверждаются соответствующими документами.

2. Определяются относительные значения показателей (рейтинговые индикаторы) как отношения первичных показателей к соответствующим показателям сравнимости субъектов ранжирования. Здесь они рассчитывались, как частное от деления каждого первичного показателя на средние показатели по итогам тестирования группы анализируемых студентов. Это обеспечивает совместимость и сравнимость показателей.

3. Производится нормирование показателей и линейная свертка, в которой модель основана на взвешенной сумме оценок. Рейтинговые индикаторы нормируются для каждого j -го показателя путем



деления полученных в п. 2 рейтинговых индикаторов на сумму соответствующих рейтинговых индикаторов данного показателя по формуле:

$$RN_{ij} = \frac{R_{ij}}{\sum_{i=1}^M R_{ij}}, \quad i = \overline{1, M}; \quad j = \overline{1, N} \quad (2)$$

4. На основании матрицы RN_{ij} нормированных рейтинговых индикаторов проводится вычисления индексов каждого блока показателей здоровья студентов. Индексы рассчитываются как

$$I_{ti} = \frac{1}{m} \sum_{n=1}^{n=b} RN_{ni}^t, \quad (3)$$

где I_{ti} – индекс t -го блока показателей здоровья i -го студента; RN_{ni}^t – n -ый нормированный рейтинг индикаторов t -го блока показателей здоровья i -го студента; b – количество нормированных рейтинговых индикаторов в отдельном блоке показателей здоровья студента, $1 \leq n \leq b$; m – общее количество нормированных рейтинговых индикаторов отдельного студента.

5. Определяется глобальный критерий рейтинга для каждого студента, как сумма индексов блоков показателей здоровья каждого студента:

$$KI_i = \sum_{t=1}^{t=d} I_{ti}, \quad (4)$$

где KI_i – глобальный критерий рейтинга здоровья i -го студента; d – количество блоков показателей здоровья.

6. Проводится ранжирование студентов на основании величин KI_i и определяется место студента, соответствующее его уровню здоровья. Студенты с наивысшим значением глобального критерия являются претендентами на зачисление в группу спортивного мастерства, соответственно с низшими значениями – в подготовительную медицинскую группу.

Рассмотренная процедура может быть дополнена применением иерархической аглометричной кластеризации [8] или введением интегрального критерия энтропийного типа, позволяющего оценивать состояние биосистемы в любой момент времени:

$$IG = \sum_{j=1}^n P_{0j} \ln \frac{P_{0j}}{P_{1j}}, \quad (5)$$

где n – количество учитываемых признаков, характеризующих состояние объекта;

P_{0j} – априорная вероятность, характеризующая «предпочтительную» вероятность состояния объекта;

P_{1j} – апостериорная вероятность. Вероятность того, что значение признака X соответствует «норме». Вероятность P_{1j} вычисляется по формуле (2):

$$P_{1j} = P(|X - a| < \delta) = 2\Phi\left(\frac{\delta}{\sigma}\right) - 1 \quad (6)$$

где a – математическое ожидание исследуемого признака x_j ;

δ – величина отклонений текущего значения x_j от a ;

σ – дисперсия признака x_j ;

Φ – стандартизованная функция нормального распределения.

В выражении (2) вероятность $P_{0j}=1$, поскольку, в качестве «предпочтительного» состояния объекта принимаем эталонное состояние, при котором отклонение $\delta=0$, следовательно:



$$P_{0j} = 1 - \left[2\Phi\left(\frac{0}{\sigma}\right) - 1 \right] = 2 - 2\Phi(0) = 2 - 2 * 0,5 = 1. \quad (7)$$

Подставив полученное значение в формулу (2), получим

$$IG = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \ln \frac{1}{P_j}. \quad (8)$$

В этом случае интегральный показатель IG позволяет оценивать степень отклонения состояния биосистемы от некоторого (эталонного) состояния. Так, например, в качестве эталонного состояния при оценке уровня физического здоровья было выбрано состояние, соответствующее «физиологической норме».

Таким образом, определение групп студентов (спортивного мастерства, основная, подготовительная и специальная) для занятий по разным методикам и физическим нагрузкам может быть осуществлен в соответствии с предложенными подходами. При необходимости первичные данные уточняются, и процедура проводится повторно.

Выводы. Исследования, проведенные с помощью комплексного тестирования двигательных способностей студентов, показали, что уровень физической подготовленности студентов технического университета является низким и, как правило, в ходе обучения не повышается. Внедрение в учебный процесс системы диагностики физического состояния студента и управления этим состоянием в процессе занятий по физическому воспитанию позволит улучшить показатели физической подготовленности студента и функционального состояния отдельных систем его организма, повысить оперативность диагностики и принятия необходимых решений, что будет способствовать оперативной коррекции методики преподавания и дозирования физической нагрузки. Предложен методологический подход к процессу индивидуализации управления состоянием здоровья студентов. Подход использует анализ широкого круга показателей состояния здоровья с их последующим обобщением с целью формирования интегрального индекса оценивания для определения уровня здоровья студента и разбиения множества студентов на группы, в которых применяются различные методики, комплексы упражнений и их интенсивность. Подход адаптирован к возможностям практического применения в системе поддержки принятия решений, предоставляющей вузовскому преподавателю физического воспитания варианты решений по организации работы со студентами и будет способствовать внедрению индивидуальных программ коррективы здоровья студентов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Дубровский В.И. Спортивная медицина. – М.: БЛАГОС, 1998. – 480 с.
2. Сергієнко Л.П. Комплексне тестування рухових здібностей людини. – Миколаїв: УДМТУ, 2001. – 360 с.
3. Шупік І.Є. Задачі комп'ютеризації процесів коригування фізичного стану студентів // Вестник Херсонского национального технического университета. – 2004. – № 2(20). – С. 303-305.
4. Шупік І.Є., Рогальский Ф.Б. Особенности управления физическим состоянием студентов в процессе физического воспитания // Интелектуальні системи прийняття рішень та прикладні аспекти інформаційних технологій: Матеріали науково – практичної конференції. Том 4 – Херсон: Видавництво Херсонського морського інституту, 2005. – С. 173-175.
5. Салтман Р.Б., Фигейрас Дж. Реформы системы здравоохранения в Европе: анализ современных стратегий / Пер. с англ. – М.: ГЭОТАР Медицина, 2000. – 428 с.
6. Берестнева О.Г., Иванов В.Т., Муратова Е.А., Шаропин К.А. Информационная система мониторинга здоровья студентов // Вестник Томского государственного университета. Общонаучный периодический журнал. – Томск, 2002. – С. 196-201.
7. Рогальский Ф.Б. Модель выбора инвестиционно-привлекательных хозяйственных комплексов в регионе // Вестник ХНТУ. – 2011. – № 4(43). – С. 109-115.
8. Шупік І.Є. Формирование специальных медицинских групп студентов // Вестник ХНТУ. – 2007. – № 3(29). – С. 240-243.