

УДК 37.016:796-057.87

**В. Т. Николаев***Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола***ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ  
СТУДЕНТОК НА ОСНОВЕ МОНИТОРИНГА МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОГО  
СОСТОЯНИЯ И ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ**

Актуальность исследуемой проблемы обусловлена тем, что проведение биоимпедансного анализа компонентов состава массы тела (БИА) и тестирование физической подготовленности двигательными тестами студенток в педагогическом процессе физического воспитания способствует у них индивидуализации двигательной нагрузки и формированию самоустановки на коррекцию телосложения, а также повышению физической работоспособности и стремлению к регулярной двигательной активности. Цель статьи заключается в исследовании и разработке педагогической технологии учебного процесса по дисциплине «Физическая культура» в вузе на основе биоимпедансного анализа компонентов состава массы тела и определения физической подготовленности двигательными тестами у студенток. Основным методом диагностики является биоимпедансометрия, позволяющая определить биоэлектрические показатели и компоненты состава массы тела у занимающихся и тестирования двигательными нагрузками уровней развития основных физических качеств. Особенности телосложения являются базовой составляющей формирования показателей общей и специальной работоспособности в спорте и фитнесе. Наряду с этим, телосложение изменяется под воздействием специфики тренировочных нагрузок и повышением физической и функциональной подготовленности занимающихся, поэтому сведения о компонентах состава массы тела позволяют индивидуализировать физическую нагрузку на учебно-тренировочных занятиях с использованием различных физических упражнений и видов спорта. Студентки с более высокими значениями биоэлектрических показателей (фазового угла, реактивного сопротивления), активной клеточной массы (АКМ) и процентной доли активной клеточной массы преобладают в физической и функциональной подготовленности по сравнению со студентками, обладающими низкими данными. Полученные различия статистически значимые ( $P < 0,05$ ). Реакция сердечно-сосудистой системы у них так же статистически значимо ниже ( $P < 0,05$ ) во время беговой нагрузки в аэробном режиме энергообеспечения. Практическая значимость статьи заключается в оптимизации учебно-тренировочного процесса фитнес-направленности по дисциплине «Физическая культура» и при занятии спортом; приобретении навыков занимающихся определения баланса между поступлением энергии в процессе приема пищи и ее расходом при двигательной активности.

*Ключевые слова:* физическая и функциональная подготовленность, биоимпедансный анализ, биоэлектрические и антропометрические показатели, двигательные тесты

На современном этапе в образовательном процессе с применением компьютерных технологий и требованиями освоения все возрастающего объема образовательной информации происходит интенсификация процесса обучения студенток, что вызывает у них чрезмерное усиление мыслительных процессов и предъявляет высокие требования к психической устойчивости, противостоянию нервному напряжению и умственной работоспособности. В то же время большая часть студенток прибывает в состоянии дефицита времени и энергозатрат (гиподинамии), что приводит к ухудшению физического и функционального состояния, к изменениям компонентов состава массы тела в сторону увеличения жировой массы и уменьшения скелетно-мышечной

и активной клеточной массы. Такой образовательный процесс может вызвать перевозбуждение центральной нервной системы и привести к неврозам, психическим расстройствам и другим заболеваниям. В данных условиях одним из видов профилактики заболеваний являются регулярные занятия физическими упражнениями, способствующие достижению тренировочного эффекта.

В общей структуре воспитания культуры здорового образа жизни (ЗОЖ) студенток именно двигательному компоненту принадлежит главная роль в развитии физического потенциала человека и формировании его жизненно важных двигательных умений и навыков. Физическую активность можно рассматривать как естественно-биологическую

потребность живого организма на всех этапах развития. Регламентированная двигательная нагрузка в соответствии с индивидуальной физической подготовленностью позволяет улучшать деятельность всех функциональных систем организма человека. Совершенствование физического состояния человека зависит от системы выполнения физических нагрузок, в которых заложен тренирующий потенциал.

В современной спортивной науке изучение компонентов состава массы тела человека *in vivo* становится более возрастающим. Данное направление биомедицинских исследований выделилось как наука о компонентах состава тела [16]. Прогресс этой науки характеризуется внедрением новых технологий и методов исследования [5; 15]. Наиболее широкое применение получила биоимпедансометрия, то есть контактный метод измерения электрической проводимости биологических тканей, дающий возможность оценки широкого спектра морфологических и физиологических параметров организма. В биоимпедансном анализе измеряются активное и реактивное сопротивление организма человека или его сегментов на различных частотах. На их основе рассчитываются характеристики компонентов состава массы тела, такие как жировая, тощая, клеточная и скелетно-мышечная масса, объем и распределение воды в организме. Существующие методики дают возможность изучения состава тела целостной биологической системы, а также на всех ее уровнях: элементном, молекулярном, клеточном, тканевом, органа [5]. Исследование состава тела играет ключевую роль в диагностике ожирения, остеопороза, гипертонии, значимо при некоторых других заболеваниях и позволяет с высокой точностью прогнозировать риск их развития.

К антропометрическим параметрам относятся: пол, возраст (год), масса тела (кг), длина тела (см), индекс массы тела ( $\text{кг}/\text{м}^2$ ), окружность талии (см), окружность бедер (см), индекс талия/бедро. Соотношение талия/бедро характеризует тип телосложения человека и определяется преимущественно наследственными факторами, проявляясь в особенностях распределения мышечной массы и отложений жира. Наиболее популярным является индекс Кетле или индекс массы тела (ИМТ), вычисляемый как отношение массы тела в килограммах к квадрату длины тела в метрах:  $\text{ИМТ} = \text{масса тела (кг)} / \text{длина тела (м}^2\text{)}$ .

На основе антропометрических и биоэлектрических параметров определяется основной обмен ( $\text{ккал}/\text{сутки}$ ) – характеристика энергетического ме-

таболизма человека. Также рассчитывается удельный основной обмен ( $\text{ккал}/\text{м}^2/\text{сутки}$ ) как частное от деления величины основного обмена на площадь поверхности тела ( $\text{м}^2$ ). Удельный основной обмен позволяет сравнивать интенсивность расходования энергии у разных людей [3].

Важнейшим разделом спорта и массовой физической культуры, наряду с функциональной диагностикой, является оценка двигательными тестами физической работоспособности и физического состояния. Для тестирования физической подготовленности студентов широко используются комплексы контрольных упражнений (тестов), определяющих уровень развития физических качеств. В педагогической практике тесты для оценки физической подготовленности, подобранные нами, являются доступными для испытуемых, информативно отражают различные стороны физической подготовленности и стимулируют их к самооценке. Основной задачей тестирования в физкультурно-спортивной практике является изучение адаптации организма по данным исследования ряда наиболее информативных морфофункциональных показателей организма и результатов двигательных упражнений [6].

Исследования проводились на базе кафедры физической культуры Марийского государственного университета в 2010–2015 гг. Изучалась динамика показателей состава тела студенток Института медицины и естественных наук (ИМиЕН), а также физическая и функциональная подготовленность в зависимости от показателей состава тела. В исследовании принимали участие 80 студенток, которые были разделены на 2 группы в зависимости от значения фазового угла, активного и реактивного сопротивления. В основу деления на группы была положена система рейтинга: студентки с большим значением этого показателя были отнесены в первую группу, с меньшим – во вторую. В данном эксперименте диагностика компонентов состава массы тела проводилась с помощью биоимпедансного анализатора АВС-01 «Медасс» с использованием программного персонального компьютера (ПК).

Для определения физической и функциональной подготовленности студентки исследуемых групп выполняли двигательные тесты: бег 100 метров, бег 2000 метров, бег 30 минут без перехода на ходьбу, приседание на левой и на правой ноге поочередно стоя на гимнастической скамейке, опираясь рукой на гладкую стенку, подъем туловища из положения лежа (упражнение для брюшного пресса), прыжок с места в длину, гибкость (наклон

вперед, сидя на полу), кистевая динамометрия. Определение функциональной подготовленности: реакция сердечно-сосудистой системы на беговую нагрузку аэробной направленности (артериальное давление систолическое и диастолическое, частота сердечных сокращений), жизненная емкость легких (ЖЕЛ).

С целью определения эффективности проведения учебно-тренировочных занятий со студентками с использованием беговой нагрузки аэробной направленности и упражнений на растягивание в сочетании с силовыми нами изучалась динамика показателей сердечно-сосудистой системы.

В процесс педагогической деятельности по учебной дисциплине «Физическая культура» нами внедрен мониторинг морфофункциональных показателей и физической подготовленности двигательными тестами, что позволяет определить у занимающихся количественные критерии по следующим направлениям: биоэлектрические, компонентов состава массы тела, реакции сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку аэробной направленности, физической работоспособности и уровня развития физических качеств.

В биоимпедансном анализе определяется биоэлектрические и антропометрические параметры. К биоэлектрическим параметрам относятся: активное сопротивление – R (Ом); реактивное сопротивление – Xc (Ом); фазовый угол – φ (градус). Активное (омическое) сопротивление характеризует способность тканей к тепловому рассеиванию электрического тока. Материальным субстратом активного сопротивления в биологическом объекте являются жидкости (клеточная и внеклеточная), обладающие ионным механизмом проводимости. Реактивное (емкостное) сопротивление характеризуется смещением фазы тока относительно напряжения за счет емкостных свойств клеточных мембран, способных накапливать электрический заряд на своей поверхности. Субстратом реактивного сопротивления являются клеточные мембраны. Фазовый угол – арктангенс отношения реактивного и активного сопротивлений для некоторой частоты тока [7].

В таблице 1 и на рисунке 1 представлены средние биоэлектрические показатели студенток 1-й и 2-й группы.

Полученные результаты свидетельствуют, что средний показатель фазового угла 1-й группы студенток больше показателя фазового угла 2-й группы студенток на 0,83 градуса, что является статистически значимым (P < 0,05). Значение фазового угла характеризует емкостные свойства клеточ-

ных мембран и жизнеспособность биологических тканей: считается, что чем выше фазовый угол, тем лучше состояние тканей. Средняя величина фазового угла и емкостного сопротивления отражают более высокое содержание активной клеточной массы и трактуются в спортивной медицине как свидетельство тренированности [1]. Клинические нормы фазового угла: менее 4,4 градуса – существенно ниже нормы; от 4,4 до 5,4 градуса – ниже нормы; от 5,4 до 7,8 градуса – в норме; более 7,8 градуса – выше нормы [6].

Таблица 1

Средние биоэлектрические показатели студенток 1-й и 2-й группы

№ п/п	Показатели	1 группа	2 группа
1	Фазовый угол (град)*	6,5±0,35	5,7±0,20
2	Активное сопротивление (Ом)	656,2±34,78	678,1±31,63
3	Реактивное сопротивление (Ом)*	75,3±6,43	68,1±7,32

Примечание: \* различия статистически значимые (P < 0,05).

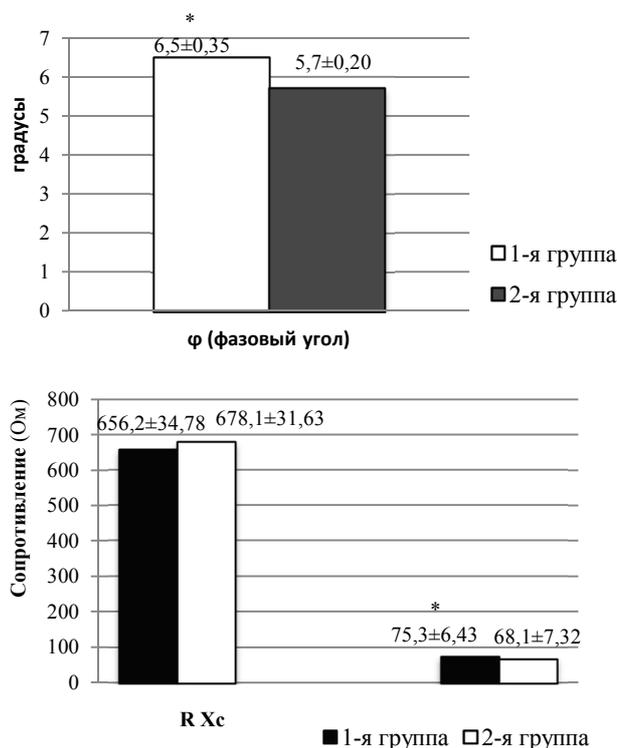


Рис. 1. Средние биоэлектрические показатели: фазовый угол (φ), активное сопротивление (R), реактивное сопротивление (Xc) студенток 1-й и 2-й группы. Примечание: \* различия статистически значимые (P < 0,05)

Показатель реактивного сопротивления также имеет статистически значимые различия (P < 0,05). Пониженные значения емкостного сопротивления

связывают с нарушением диэлектрических свойств клеточных мембран и увеличением доли разрушенных клеток в организме. Наоборот, повышенные значения емкостного сопротивления отражают более высокое функциональное состояние клеточных мембран и, следовательно, самих клеток. Реактивное сопротивление и фазовый угол характеризуют свойства биологических тканей [14; 17].

Показатели активной клеточной массы (АКМ) и процентная доля (% АКМ) студенток представлены в таблице 2 и на рисунке 2.

Таблица 2

Средние показатели АКМ и %АКМ в тощей массе у студенток 1-й и 2-й группы

№ п/п	Показатели	1 группа	2 группа
1	Активная клеточная масса (кг)*	22,5±2,47	20,7±1,40
2	Доля АКМ (%)*	56,5±1,52	52,2±1,08

Примечание: \* различия статистически значимые ( $P < 0,05$ ).

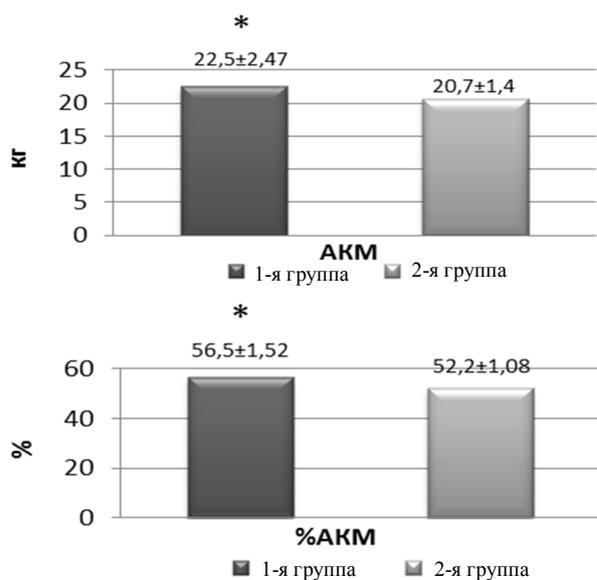


Рис. 2. Средние показатели активной клеточной массы (АКМ) и процентной доли АКМ в тощей массе (%АКМ) у студенток 1-й и 2-й группы. Примечание: \* различия статистически значимые ( $P < 0,05$ )

Исходя из данных таблицы 2 видно, что есть статистически значимые различия между значениями показателей АКМ и %АКМ ( $P < 0,05$ ). Средняя величина показателя АКМ на 1,8 кг и % АКМ на 4,3 % больше у студенток 1-й группы. Активная клеточная масса характеризует содержание в организме метаболически активных тканей. Очень важно в процедурах коррекции массы тела снижать именно жировую массу и сохранять неизменной активную клеточную массу за счет повышенной физической активности и сба-

лансированного питания. Отклонение АКМ в сторону меньших значений от среднего указывает на недостаточность белкового компонента питания. В условиях тренировочной деятельности наблюдается увеличение АКМ и % АКМ. Величина процентной доли АКМ используется как коррелят физической работоспособности, а при значениях ниже среднего – выраженности гиподинамии [10; 11; 18].

Результаты исследования метаболических процессов студенток представлены в таблице 3 и на рисунке 3.

Таблица 3

Средние показатели основного и удельного основного обмена у студенток 1-й и 2-й группы

№ п/п	Показатели	1-я группа	2-я группа
1	Основной обмен (ккал/сут)*	1326,3±78,20	1266,7±47,71
2	Удельный основной обмен (ккал/м <sup>2</sup> /сут)	831,3±59,91	811,8±38,49

Примечание: \* различия статистически значимые ( $P < 0,05$ ).

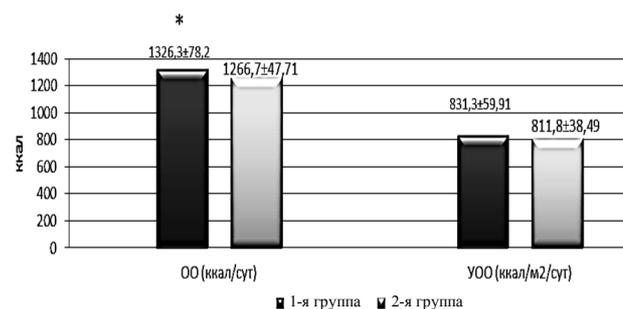


Рис. 3. Средние показатели основного обмена (ОО) и удельного основного обмена (УОО) веществ у студенток исследуемых групп.

Примечание: \* различия статистически значимые ( $P < 0,05$ )

Исходя из данных таблицы 3 и рисунка 3 установлено, что имеются статистически значимые различия между показателями основного обмена ( $P < 0,05$ ). У студенток 1-й группы значения этого показателя на 56,9 ккал/сут. выше значения основного обмена студенток 2-й группы. Основной обмен характеризует минимальный расход энергии, необходимый для поддержания процессов жизнедеятельности организма в состоянии покоя. Основной обмен выражается в килокалориях, выделяемых организмом в единицу времени. Значение ОО изменяется при недостаточном или избыточном питании, повышении или снижении физических нагрузок, заболеваниях, сопровождающихся повышением температуры тела, и под действием других факторов [10]. У здорового человека на протяжении нескольких суток она

может испытывать колебания в пределах  $\pm 10\%$  от среднего значения. Для женщин среднего роста (160–170 см) нормальный диапазон значений основного обмена составляет 1240–1480 ккал/сут. [7]. УОО рассчитывается как частное от деления величины ОО на площадь поверхности тела и позволяет сравнивать интенсивность расходования энергии у разных людей [3].

Восполнение энергоресурсов организма человека осуществляется приемом продуктов питания. Основной организацией питания по необходимой калорийности является расход энергии в ккал на ОО, эти персональные данные студентки узнают после БИА. Энергозатраты ОО (нерегулируемые), необходимые для поддержания жизнедеятельности организма (работа сердца, легких и других внутренних органов, а также поддержка мышечного тонуса и температуры тела, затраты на переваривание пищи) и любые затраты нервно-мышечной деятельности. В среднем энергозатраты на поддержание жизнедеятельности составляют один ккал в час на один килограмм массы тела. Также необходимо учитывать индивидуальный расход в ккал на двигательную активность (регулируемые). Зная состав суточного рациона (количество съеденных продуктов и выпитых напитков), можно легко подсчитать, сколько энергии (калорий) было получено за день. Для подсчета общей калорийности блюд, съеденных в течение дня, можно использовать несколько способов: воспользоваться информацией на упаковке, справочником калорийности и электронными пищевыми весами. На упаковках продуктов питания можно наблюдать количество ккал (энергетическая ценность продукта) на 100 г продукта и долю этих ккал, приходящихся на белки, жиры и углеводы. Недостаток или перебор в калориях не желательны, так как в первом случае страдает физическая активность и вес человека, во втором случае, все лишнее откладывается организмом «про запас», в виде висцерального и подкожного жира, которая не должна превышать 15 % от общей массы тела. Наиболее вреден висцеральный жир, который может провоцировать возникновение таких заболеваний, как сахарный диабет, гипертонии и другие. В итоге, суммировав нерегулируемые энергозатраты и регулируемые, студентки получают количество калорий (энергии), которое они тратят в течение суток. Несложно сравнить это число с количеством калорий, потребляемых с пищей, и сделать необходимые коррективы. Для сведения студенток, полное покрытие потраченных в течение суток калорий или создание

незначительный дефицита калорий является необходимым условием сохранения компонентов состава массы тела или коррекции в сторону уменьшения жировой массы.

В средних показателях компонентов состава тела жировой массы (ЖМТ), тощей массы (ТМ), скелетно-мышечной массы (СММ), общего содержания воды в организме (ОВО) у студенток 1-й и 2-й группы статистически значимых различий не установлено ( $P > 0,05$ ). В основном показатели компонентов состава массы тела исследуемых групп соответствуют нормам средней популяции девушек соответствующего возраста.

Также в антропометрических показателях (рост, окружность талии, окружность бедер, индекс талии/бедра (ИТБ), вес, индекс массы тела (ИМТ)) у студенток исследуемых групп статистически значимых различий не установлено ( $P > 0,05$ ). Величина ИТБ представляет собой отношение длины окружности талии к длине окружности бедер, характеризует тип телосложения человека. К указанным типам телосложения относятся гиноидный («груша»), промежуточный и андронидный («яблоко»). Величина ИТБ также используется для определения типа ожирения. При абдоминальном ожирении значение ИТБ у мужчин превышает 1,0, при гиноидном у женщин – 0,85. Следует отметить, что рассматриваемые показатели у исследуемых студенток соответствуют физиологическим нормам. Это обосновывается тем, что в исследовании принимали студентки основной медицинской группы без отклонений в состоянии здоровья. Величина ИМТ является характеристикой соответствия массы тела среднепопуляционным значением для данного роста. ИМТ дает лишь косвенную оценку развития ткани, так как увеличенные значения ИМТ могут быть связаны с повышенной мышечной массой или наличием отека. Для индивидуальной характеристики степени ожирения и оценки рисков развития заболеваний используют данные о компонентном составе массы тела.

Таблица 4

**Международная классификация значений ИМТ (Николаев с соавт., 2009)**

ИМТ	Классификация	Риск заболеваемости
Менее 18,5	Дефицит массы тела	Повышенный
18,5–24,9	Нормальная масса тела	Минимальный
25,0–29,9	Избыточная масса тела	Повышенный
30,0–34,9	Ожирение I степени	Высокий
35,0–39,9	Ожирение II степени	Очень высокий
Свыше 40	Ожирение III степени	Чрезмерно высокий

Важное значение в учебно-тренировочном процессе наряду с функциональной диагностикой имеет определение физической работоспособности и физического состояния занимающихся различными двигательными тестами. Применяемые в педагогической практике тесты для оценки физической подготовленности должны быть доступными для испытуемых, информативно отражать различные стороны физической подготовленности и развития физических качеств. В общем виде к педагогическим тестам предъявляются требования, аналогичные тем, которые определяются теорией тестов, где наиболее важными являются надежность и валидность. Комплекс тестов для оценки физического состояния был подобран нами с учетом содержания учебно-тренировочных занятий, которое адекватно отражает динамику физических качеств (выносливость, сила, скорость, гибкость), на развитие которых направлена двигательная программа [9].

Результаты двигательных тестов студенток представлены в таблице 5.

Таблица 5

**Средние показатели физической подготовленности студенток 1-й и 2-й группы**

Показатели	1-я группа	2-я группа
Бег 30 мин (м)*	4552,8±558,33	4092,1±402,16
Бег 100 м (сек)	17,4±1,57	18,1±1,89
Бег 2000 м (мин)*	9,5±1,69	11,5±0,84
Приседания на левой ноге (кол-во)*	15,8±6,77	9,9±4,31
Приседание на правой ноге (кол-во)*	16,2±7,49	9,5±4,35
Брюшной пресс (кол-во)*	71,1±16,17	59,5±12,56
Прыжок с места в длину (см)	162,2±11,44	161,1±11,58
Гибкость (см)	12,2±5,62	10,1±2,88
Кистевая динамометрия (кг)*	27,9±4,19	23,0±4,93
Жизненная емкость легких (мл)	2863,9±327,56	2771,1±361,05

*Примечание:* \* различия статистически значимые ( $P < 0,05$ ).

Данные таблицы 5 свидетельствуют, что имеются статистически значимые различия ( $P < 0,05$ ) исследуемых групп в показателях следующих тестов: бег 30 мин без перехода на ходьбу в аэробной зоне энергообеспечения, бег 2000 м, приседания на левой и правой ноге, подъем туловища из положения лежа (упражнение для брюшного пресса),

кистевая динамометрия. Результаты тестов показывают более высокую физическую подготовленность у студенток 1-й группы [8]. Следует отметить, что уровень показателей результатов двигательных тестов отображает физическую подготовленность занимающихся и косвенно отражает их соматическое здоровье [6]. На основе биоимпедансного анализа и определения выносливости тридцатиминутным беговым тестом нами рекомендованы интенсивность беговой нагрузки студенткам 1-й и 2-й группы (табл. 6).

Таблица 6

**Интенсивность беговой нагрузки студенткам 1-й, 2-й группы**

Группа	Время бега (мин)	Объем бега (м)	Скорость бега (м/с)	Время бега на 1 км
1-я группа	30	4300–4600	2,4–2,5	7 мин 00 сек – 6 мин 32 сек
2-я группа	30	3950–4150	2,1–2,2	7 мин 50 сек – 7 мин 20 сек

Процесс совершенствования физического статуса студентов зависит от системы выполнения физических нагрузок, в которых заложен тренирующий потенциал. В условиях вуза добиться тренировочного эффекта организма студентов возможно за счет оптимальной интенсификации обязательных учебно-тренировочных занятий и самостоятельным выполнением двигательных нагрузок. Нами педагогический процесс в физическом воспитании студенток был целенаправлен на формирование мотивации к занятиям физической культурой и активизации сознательного выполнения более интенсивных и объемных физических нагрузок для достижения тренировочного эффекта. Программирование двигательных нагрузок на учебно-тренировочных и самостоятельных занятиях осуществлялось на основе индивидуальных показателей биоимпедансометрии и тестирования двигательными нагрузками. Наличие информации о компонентах состава тела и физической подготовленности студенток позволяет более целенаправленно строить индивидуальную физкультурно-спортивную деятельность, определить направленность и интенсивность физических нагрузок. Анализ полученных результатов мониторинга позволяет формировать стремление у занимающихся к физическому самосовершенствованию, проявить инициативу в достижении поставленных целей. Диагностика позволяет выработать механизм обратной связи между изменением стиля жизни и получаемым оздоровительным эффектом. Личность получает возможность

контроля за динамикой морфофункционального состояния, уровнем развития физических качеств и в целом здоровья [18].

Это будет служить стимулирующим фактором приобщения к здоровому образу жизни. Формирующиеся под влиянием регулярных занятий физическими упражнениями (спортом) адаптивные реакции двигательных и вегетативных систем организма человека являются основой укрепления соматического здоровья и предупреждения заболеваний. Неспецифические (общие) адаптивные реакции не сопровождаются существенной морфологической и функциональной перестройкой организма, его адаптированностью к физическим нагрузкам [12]. Они характеризуются относительной нервно-гуморальной регуляторной устойчивостью к действию неблагоприятных факторов среды и физическим нагрузкам, повышением работоспособности. Специфические же адаптивные реакции сопровождаются существенной морфологической, функциональной и биохимической перестройкой систем организма, повышением его резервных возможностей.

В педагогическом процессе студенткам давалась установка оценивать индивидуальную двигательную активность определением расхода энергии (регулируемые энергозатраты). Расход энергии зависит от интенсивности двигательной нагрузки, критерием которой является ЧСС, вес тела и время выполнения двигательной нагрузки (табл. 7). Студентки расход энергии определяли с использованием формул и таблицы. Колебание суточных энергозатрат спортсменов зависит от многих факторов: вида спорта, интенсивности и продолжительности тренировок – и может варьироваться от 2000 до 10000 ккал, а у студентов с активной двигательной деятельностью (занятия спортом и фитнесом) расход энергии составляет от 300 до 1500 ккал.

Таблица 7

**Расход энергии и потребление кислорода в зависимости от частоты сердечных сокращений**

Частота сердечных сокращений	Расход энергии		Потребление кислорода, мл/мин/на кг
	за 1 мин	за 30 мин	
70	1,2	36	3,5
90	3,2	96	8,3
110	6,5	195	16,3
130	8,8	264	24,5
160	12,5	375	35,0
180	15,0	450	42,0
Более 180	Более 15,0	Более 450	Более 42,0

Во время тренировок с максимальной интенсивностью организм для получения энергии в первую очередь отдает предпочтение углеводам в виде гликогена и глюкозы (интервальные и темповые тренировки – повышение максимального потребления кислорода и анаэробного порога). При умеренных нагрузках (восстановительный бег – бег трусцой), когда мышцы не испытывают нехватки кислорода, более интенсивно расходуются жиры. В крайних случаях, когда в организме спортсмена нехватка углеводов и жиров, в ход идут белки. Очень нежелательно доводить себя до такого состояния, т. к. белок является «строительным материалом» для мышечной ткани и при его нехватке мышцы слабеют и повышается опасность их травмирования. Бег – бесспорно спорт, тренирующий выносливость спортсмена и занимающихся фитнесом, а при работе на выносливость важно знать, что длительная и интенсивная работа мышц лучше всего обеспечивается энергией при одновременном использовании жиров и углеводов. Скорость выработки энергии, полученной из жиров, вдвое меньше, чем из углеводов, но и расход энергии, полученной из жиров, значительно меньше, чем энергии из углеводов (углеводы организм запасает в ограниченном объеме и старается использовать экономно, только в момент максимального напряжения и при максимальной интенсивности). На учебных занятиях по физической культуре студенткам дается задание контролировать регулируемые энергозатраты, пользуясь таблицами, в которых указано, сколько килокалорий тратится на час определенной физической нагрузки. При беге слабой и средней интенсивности расходуется от 400 до 700 ккал/час. В итоге, суммировав нерегулируемые и регулируемые энергозатраты, студентки получают количество калорий (энергии), которое они тратят в течение суток. Несложно сравнить это число с количеством калорий, потребляемых с пищей, и сделать необходимые коррективы. Необходимо учесть, что полное покрытие потраченных в течение дня калорий является необходимым условием продуктивной работы на тренировках, в том числе и тренировках по бегу. Создавать незначительный дефицит калорий целесообразно только в краткосрочных предсоревновательных периодах, чтобы стимулировать организм запасать больше гликогена «про запас», который понадобится на соревнованиях.

В результате исследования нами установлено, что положительные адаптационные перестройки в компонентах состава тела и улучшения

физической подготовленности по показателям двигательных тестов наблюдается у студенток, у которых двигательная активность включает в недельный микроцикл за 4–5 тренировочных занятий с суммарным расходом энергии 2500–3000 ккал. Данный уровень расхода энергии в тренировочном процессе фитнес-направленности оказывает тренировочный эффект, т. е. соответствует порогу воздействия на организм, стимулируя адаптационные перестройки в органах и системах организма.

Для определения функциональных возможностей системы дыхания измеряли с помощью спирометра жизненную емкость легких (ЖЕЛ). ЖЕЛ – максимальное количество воздуха выдыхаемое после самого глубокого вдоха и является одним из основных показателей состояния аппарата внешнего дыхания, широко используемым в медицине и спорте. Данные ЖЕЛ у девушек 1-й и 2-й группы соответственно составили  $2863,9 \pm 327,56$  и  $2771,1 \pm 361,05$  мл ( $P > 0,05$ ).

В таблице 8 и на рисунках 4, 5, 6 представлены результаты реакции сердечно-сосудистой системы студенток (ЧСС, АДс и АДд) в условиях учебно-тренировочных занятий на стадионе во время 30-минутного бега в аэробной зоне энергообеспечения и после выполнения силовых упражнений в сочетании системы упражнений на растягивание в течение 30 минут.

Таблица 8

Средние показатели реакции сердечно-сосудистой системы студенток на тренировочную нагрузку между 1-й и 2-й группой

Тренировочная нагрузка	Показатели	1-я группа	2-я группа
	ЧСС исходное	75,55±12,19	79,31±14,30
	АДс исходное	120,2±7,41	116,63±831
	АДд исходное	83,78±8,12	79,37±5,83
Бег в аэробном режиме 30 минут без перехода на ходьбу	ЧСС на 10–15-й минуте бега*	141,11±16,79	148,31±24,29
	АДс на 10–15-й минуте бега	143,17±9,86	149,47±24,24
	АДд на 10–15-й минуте бега	89,11±7,31	85,62±8,22
	ЧСС на 25–30-й минуте бега *	142,22±10,98	152,31±15,53
	АДс на 25–30-й минуте бега	146,61±5,03	147,89±22,21
	АДд на 25–30-й минуте бега	84,61±8,69	78,00±12,59
Стретчинг – упражнения на растягивание	ЧСС. На 25–30-й минуте упражнения на растягивание	103,50±12,64	100,74±11,55
	АДс на 25–30-й минуте упр. на растягивание	120,00±10,48	115,26±15,23
	АДд на 25–30-й минуте упр. на растягивание	81,05±7,29	79,26±8,59

Примечание: \* различия статистически значимые ( $P < 0,05$ ).

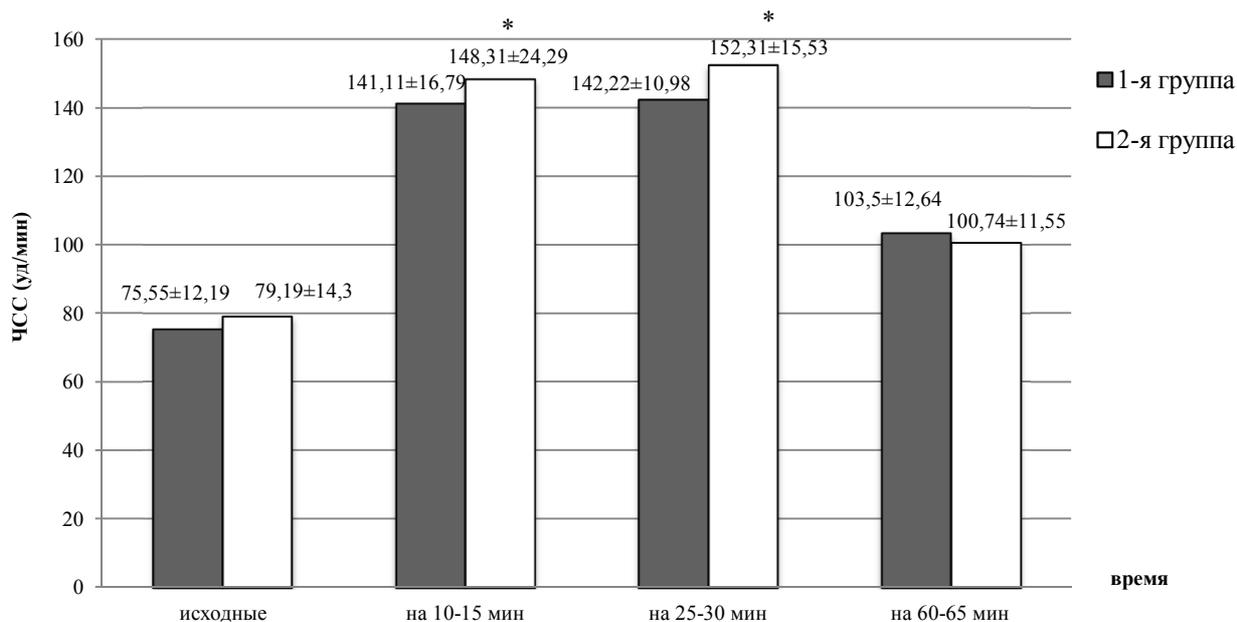


Рис. 4. Динамика средних показателей частоты сердечных сокращений (ЧСС) у студенток 1-й и 2-й группы в условиях учебно-тренировочного занятия.

Примечание: \* различия статистически значимые ( $P < 0,05$ )

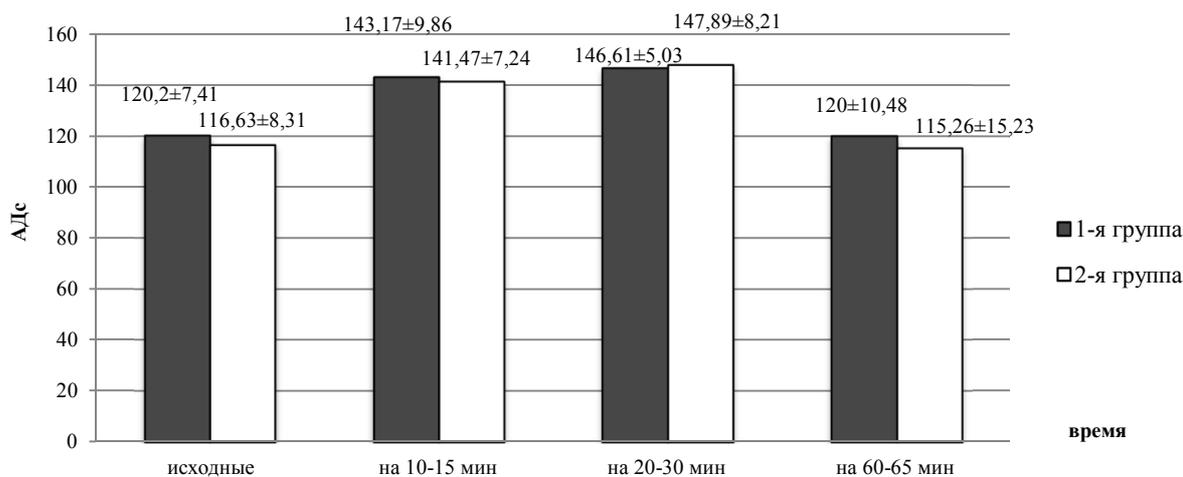


Рис. 5. Динамика средних показателей артериального давления систолического (АДс) у студенток 1-й и 2-й группы в условиях учебно-тренировочного занятия

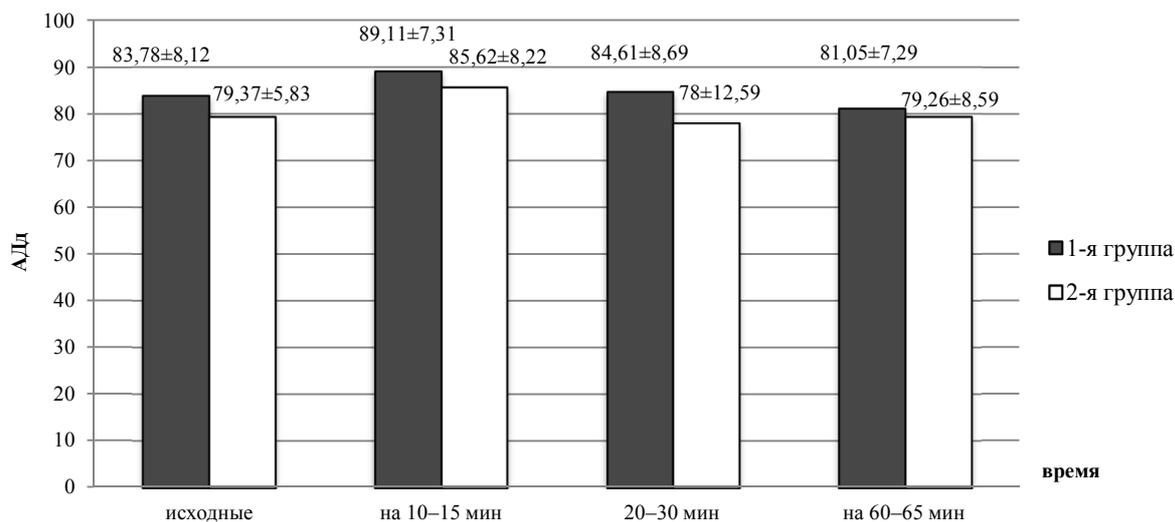


Рис. 6. Динамика средних показателей артериального давления диастолического (АДд) у студенток 1-й и 2-й группы в условиях учебно-тренировочного занятия

Основными показателями деятельности сердечно-сосудистой системы (ССС) являются частота сердечных сокращений (ЧСС), артериальное давление систолическое (АДс) и диастолическое (АДд). Проведен статистический анализ реакции ЧСС, АДс и АДд у студенток в условиях учебно-тренировочного занятия на стадионе во временных интервалах 10–15 и 25–30 минут бега в аэробной зоне энергообеспечения и в последующем 25–30 минут выполнения силовых упражнений в сочетании с упражнениями на растягивание (стретчинг). Данная программа физических нагрузок моделирует фитнес-тренировки на основе аэробных нагрузок и стретчинга. Статистически значимые различия в показателях ЧСС между группами студенток установлены во временных интер-

валах 10–15 минут и 25–30 минут бега в аэробном режиме энергообеспечения ( $P < 0,05$ ). Средние показатели ЧСС на 10–15 минуте бега у 1-й и 2-й группы соответственно составили  $141,11 \pm 16,79$  и  $148,31 \pm 24,29$  ударов в минуту, на 25–30 минуте бега  $142,22 \pm 10,98$  и  $152,31 \pm 15,53$  ударов в минуту. Следует отметить, что средние показатели ЧСС у 1-й группы, имеющих более высокие биоэлектрические показатели и компонентов состава массы тела, были статистически ниже по сравнению со 2-й группой. В дальнейшем, во время силовых упражнений и стретчинга, средние показатели ЧСС у 1-й и 2-й группы соответственно составили  $103,50 \pm 12,64$  и  $100,74 \pm 11,55$  ударов в минуту. Данные различия в показателях ЧСС статистически не значимы ( $P > 0,05$ ).

При физических нагрузках, требующих проявление выносливости, систолическое давление крови повышается пропорционально увеличению интенсивности нагрузки. В динамике средних показателей систолического и диастолического давления у студенток 1-й и 2-й группы статистически значимых различий не наблюдалось ( $P > 0,05$ ). Средние показатели АДс/АДд на 10–15-й минуте бега у 1-й и 2-й группы соответственно составили  $143,17 \pm 9,86/89,11 \pm 7,31$  и  $149,47 \pm 24/85,62 \pm 8,22$  ударов в минуту, а на 25–30 минуте бега  $146,61 \pm 5,03/84,61 \pm 8,69$  и  $147,89 \pm 22,21/78,00 \pm 12,59$  ударов в минуту. Наблюдалось увеличение средних показателей систолического давления в исследуемых группах на 17–18 %, а диастолическое давление существенно не изменялось. Динамика систолического и диастолического давления соответствовала нормотонической реакции. В целом динамика физиологических показателей сердечно-сосудистой системы свидетельствует о соответствии двигательных нагрузок индивидуальной физической и функциональной подготовленности студенток [18].

Данная программа тренировочной нагрузки для девушек с интенсивностью ЧСС 140–160 ударов в минуту соответствует порогу анаэробного обмена (ПАНО), что способствует повышению у них аэробных механизмов энергообеспечения и повышению максимального потребления кислорода (МПК). МПК или  $VO^2 \max$  – максимальная возможность организма человека транспортировать кислород в мышцы и дальнейшее потребление мышцами этого кислорода для получения энергии во время физических упражнений с предельной интенсивностью. Чем лучше развиты сердечно-сосудистая и дыхательная системы, тем больше объем циркулирующей крови, обогащенной кислородом. МПК имеет большое значение для спортсменов, чем выше значение МПК, тем больше энергии организм способен выработать аэробным путем, соответственно, тем выше скорость, которую способен поддерживать спортсмен. Существует предел МПК, заданный генетикой, если в начале тренировочной карьеры спортсмен способен стремительно повышать уровень МПК, то в дальнейшем он выходит на ПЛАТО и любое увеличение МПК будет уже достижением. В фитнес-тренировках основная цель повышения МПК – увеличить энергетические возможности организма. Положительная динамика МПК и результатов в тестировании 30-минутного бега показывает увеличение энергетического потенциала организма и повышение работоспособности. МПК – ос-

новной критерий состояния соматического здоровья [2]. Уровень выносливости является мерой максимальной интенсивности поглощения кислорода ( $VO^2 \max$ ) и важным показателем кардиореспираторной выносливости и аэробной выносливости.

Таким образом, построение учебно-тренировочного процесса фитнес-направленности со студентками с использованием мониторинга компонентов состава массы тела и физического состояния двигательными тестами способствует их высокой заинтересованности к средствам и методам достижения положительной динамики состава тела и физической подготовленности.

В условиях вуза добиться тренировочного эффекта возможно за счет оптимальной интенсификации обязательных учебно-тренировочных занятий и самостоятельным выполнением студентами двигательных нагрузок, при этом рационально сочетая с процессом обучения, что позволит повысить умственную работоспособность студентов, улучшить здоровье и формировать установку на ЗОЖ.

Педагогическая технология построения учебно-тренировочного процесса на основе мониторинга компонентов состава массы тела с предоставлением этой информации занимающимся способствует высокой заинтересованности их к активным тренировочным занятиям физическими упражнениями и отдельными видами спорта. Сформировать самоустановку на поддержание, сохранение, укрепление физического и духовного здоровья как природного дара.

Педагогический процесс с самоконтролем студенток за индивидуальным расходом энергии на двигательную активность позволяет им довести расход энергии в недельном микроцикле до целевой зоны 2500–3000 ккал и достигать долговременной адаптации в виде коррекции в составе массы тела и повышения физической работоспособности.

Результаты исследования показывают, что девушки 1-й группы с более высокими значениями биоэлектрических показателей (фазового угла, реактивного сопротивления), компонентов состава массы тела (активной клеточной массы и процентной доли активной клеточной массы) преобладают в физической и функциональной подготовленности девушек 2-й группы, обладающими низкими данными (различия статистически значимые,  $P < 0,05$ ).

Результаты наших исследований совпадают с результатами многочисленных работ, свидетельствуют

о том, что компоненты состава массы тела имеют существенную взаимосвязь с показателями физической и функциональной подготовленности, работоспособностью человека, с его адаптацией к условиям внешней среды, а также с особенностью профессиональной и спортивной деятельности.

Особенности телосложения являются базовой составляющей формирования показателей общей и специальной работоспособности занимающихся фитнесом и спортом, поэтому служат основным критерием индивидуализации тренировочных нагрузок в физических упражнениях и видах спорта.

В процессе учебно-тренировочных занятий фитнес-направленности на основе бега в аэробном режиме энергообеспечения и силовых упражнений в сочетании стретчинга у студенток исследуемых групп выявлена оптимальная физиологическая реакция сердечно-сосудистой системы, что свидетельствует о соответствии двигательных нагрузок индивидуальным показателям физической и функциональной подготовленности занимающихся. Но реакция сердечно-сосудистой системы у девушек 1-й группы статистически значимо ниже ( $P < 0,05$ ) чем у девушек 2-й группы во время беговой нагрузки в аэробном режиме энергообеспечения.

Наиболее эффективно на повышение МПК, улучшение уровня здоровья, физической и функциональной подготовленности человека влияют аэробные упражнения.



1. Абрикосова М. А. Медицинский справочник тренера. 2-е изд. М., 1981. 271 с.

2. Апанасенко Г. Л., Науменко Р. Г. Соматическое здоровье и максимальная аэробная способность индивида // Теория и практика физической культуры. 1988. № 4. С. 29–31.

3. Иванов Г. Г., Балуев Э. П., Петухов А. Б., Николаев Д. В. и др. Биоимпедансный метод определения состава тела // Вестник РУДН. Сер. Медицина. 2000. № 3. С. 66–73.

4. Мартиросов Э. Г., Руднев С. Г. Состав тела человека. Новые технологии и методы // Спорт, медицина и здоровье. 2002. Т. 1. № 3. С. 5–9.

5. Мартиросов Э. Г., Николаев Д. В., Руднев С. Г. Технология и методы определения состава тела человека. М.: Наука, 2006. 248 с.

6. Николаев В. Т. Технология определения соматического здоровья двигательными тестами / Мар. гос. ун-т. Йошкар-Ола, 2002. 56 с.

7. Николаев Д. В., Смирнов А. В., Бобринская А. Г., Руднев С. Г. Биоимпедансный анализ состава тела человека. М.: Наука, 2009. 392 с.

8. Николаев В. Т. Физическая и функциональная подготовленность студенток университета в зависимости от основных показателей состава тела. М 341: материалы Шестой международной научной школы «Наука и инновации – 2011» ISSN «SI – 2011»: материалы Шестого международного научного семинара «Фундаментальные исследования и инновации» и Всероссийского молодежного научного семинара «Наука и инновации – 2011» / Мар. гос. ун-т; под ред.: И. И. Попова, В. А. Козлова, В. В. Самарцева, В. Г. Зинова. Йошкар-Ола, 2011. С. 294–301.

9. Николаев В. Т. Оптимизация двигательных нагрузок в учебном процессе по физической культуре в вузе на основе показателей биоимпедансометрии // Совершенствование учебного и тренировочного процессов в системе образования: материалы Международной науч.-практич. конф. Ульяновск: Изд-во УЛГТУ, 2014. С. 254–257.

10. Николаев В. Т. Биоимпедансометрия как метод оценки соматического здоровья студентов в учебном процессе по физической культуре // Физическое воспитание и физической спорт глазами студентов: материалы Всероссийской науч.-практич. конф. с междунар. участием. Казань, 6–8 ноября 2015 г. / под ред.: Р. А. Юсупова, Б. А. Акишина, Т. Ю. Покровской. Казань: Изд-во КНИТУ-КАИ, 2015. С. 444–447.

11. Николаев В. Т. Биоимпедансный мониторинг состава тела девушек в учебно-тренировочном процессе фитнес направленности // «Наука и инновации – 2015» ISSN «SI-2015»: материалы Десятой междунар. научной школы «Наука и инновации – 2015» ISSN «SI-2015» / ред. коллегия: И. И. Попов, В. А. Козлов, В. В. Самарцев. Йошкар-Ола: Изд-во Поволжский государственный технологический университет, 2015. С. 257–268. URL: <https://yadi.sk/mail/?hash=DjSnMabqdTH5Yo9%2Bew%2BvAT/cfltxvfKQBdDYj3LUrbo%3D>

12. Солодков А. С. Адаптация в спорте: Теоретические и прикладные аспекты // Теория и практика физической культуры. 1990. № 5. С. 3–5.

13. Фомин Н. А. Основы возрастной физиологии спорта. Челябинск: Изд-во Чел. пед. ин-та, 1973. С. 132.

14. Baumgartner R. N., Chumlea W. C., Roche A. F. Bioelectrical impedance phase angle and body composition // Amer. J. Clin. Nutr. 1988. Vol. 48. P. 16–23.

15. Ellis K. J. Human body composition: in vivo methods // Pehysiol. Rev. 2000. V. 80. № 2. P. 649–680.

16. Heymsfield S. B., Lohman T. G., Wang Z., Going S. B. (eds.) Human body composition (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics, 2005. 533 p.

17. Lukaski H. C., Bolonchuk W. W., Hall C. B., Siders W. A. Estimation of body fluid volumes using tetrapolar bioelectrical impedance measurements // Aviat. Space Environ. Med. 1988. Vol. 59. P. 1163–1169.

18. Nikolaev V. T., Dedova I. A., Familnikova N. V., Kochetkov I. I., Sergeev D. V. Application of Bioimpedance Analysis of Female Body Com-position in the Training Process of Fitness Orientation // Mediterranean Journal.

*Статья поступила в редакцию 10.10.2016 г.*

|| Для цитирования: Николаев В. Т. Педагогическая технология физического воспитания студенток на основе мониторинга морфофункционального состояния и физической подготовленности. 2016. № 4 (24). С. 33–45.

## Об авторе

**Николаев Валерий Тимофеевич**, кандидат педагогических наук, доцент, Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола, *nikolaev\_vt@mail.ru*

**V. T. Nikolaev**

*Mari State University, Yoshkar-Ola*

**PEDAGOGICAL TECHNOLOGY OF THE STUDENTS' PHYSICAL EDUCATION BASED ON MONITORING OF MORPHOFUNCTIONAL STATE AND PHYSICAL TRAINING**

The relevance of the problem under study is caused by the fact that Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) of the components of the students' body mass composition and the testing of their physical development through tests of motor proficiency in pedagogical process of physical education promote individualization of their motor load, formation of the students' self-adjustment in the correction of the body, increase of their physical efficiency and the students' pursuit for a regular physical activity. The aim of the article is to study and to set up a pedagogical technology of the educational process on the subject "Physical Education" in a university using the Bioelectrical Impedance Analysis of the components of the students' body mass composition and testing their physical development through tests of motor proficiency. The main methods for studying the problem are Bioelectrical Impedance that helps to determine bioelectric indicators as well as the components of students' body mass composition and the motor load testings of the development of basic physical qualities. The constitutional peculiarities are the basic component of the formation of general and special performance capability in sport and fitness. At the same time, body changes under the influence of specificity of training loads and increase of physical and functional training of students. Therefore, information about the components of the composition of body mass helps to individualize physical load during training lessons using a variety of physical exercises and sports. Students with higher values of the bioelectrical indicators (phase angle, reactance), active cell mass (ACM) and the percentage of the active cell mass dominate the physical and functional abilities compared with students with low physical development. These differences were statistically significant ( $P < 0,05$ ). The reaction of the cardiovascular system was also significantly lower ( $P < 0,05$ ) during the running load in the aerobic power saving mode. The practical significance of the article deals with the optimization of training process of the fitness focus in Physical Education and in sport activities. Also, there is the acquisition of the skills in determining the balance between energy intake during the ingestion and its consumption by the students during physical activity.

*Keywords:* physical and functional training, Bioelectrical Impedance Analysis, bioelectrical anthropometric indicators, tests of motor proficiency



1. Abrikosova M. A. *Medicinskij spravocnik trenera* [Medicine Reference Packet for Coaches]. 2-e izd. M., 1981, 271 p.
2. Apanasenko G. L., Naumenko R. G. *Somaticheskoe zdorov'e i maksimal'naja ajerobnaja sposobnost' individa* [Physical health and maximal individual aerobic capacity]. *Teorija i praktika fizicheskoj kul'tury* = Theory and Practice of Physical Culture. 1988, no. 4, pp. 29–31.
3. Ivanov G. G., Baluev Je. P., Petuhov A. B., Nikolaev D. V. i dr. *Bioimpedansnyj metod opredelenija sostava tela* [Bioimpedance method for determining body composition]. *Vestnik RUDN. Ser. Medicina* = Bulletin of Peoples' Friendship University, Medical, Medical. 2000, no. 3, pp. 66–73.
4. Martirosov Je. G., Rudnev S. G. *Sostav tela cheloveka. Novye tehnologii i metody* [Composition of the human body. New technologies and methods]. *Sport, medicina i zdorov'e* = Sports, Medicine and Health. 2002, t. 1, no. 3, pp. 5–9.
5. Martirosov Je. G., Nikolaev D. V., Rudnev S. G. *Tehnologija i metody opredelenija sostava tela cheloveka* [Technology and

methods of determining the composition of the human body]. M.: Nauka, 2006, 248 p.

6. Nikolaev V. T. *Tehnologija opredelenija somaticheskogo zdorov'ja dvigatel'nymi testami* [Physical health definition technology using motor tests]. Mar. gos. un-t. Yoshkar-Ola, 2002, 56 p.

7. Nikolaev D. V., Smirnov A. V., Bobrinskaja A. G., Rudnev S. G. *Bioimpedansnyj analiz sostava tela cheloveka* [Bioimpedance analysis of the composition of the human body]. M.: Nauka, 2009, 392 p.

8. Nikolaev V. T. *Fizicheskaja i funkcional'naja podgotovlenost' studentok universiteta v zavisimosti ot osnovnyh pokazatelej sostava tela*. M 341: materialy Shestoj mezhdunarodnoj nauchnoj shkoly «Nauka i innovacii – 2011» ISS «SI – 2011»: materialy Shestogo mezhdunarodnogo nauchnogo seminarara «Fundamental'nye issledovanija i innovacii» i Vserossijskogo molodezhnogo nauchnogo seminarara «Nauka i innovacii – 2011» [Physical and functional readiness of students of the University, depending on the basic indicators of body composition. Materials of the Sixth International Scientific School «Science and Innovation – 2011» ISS «SI – 2011»: Materials of the Sixth International Scientific Workshop «Fundamental research and innovation» and the National

Youth Science Seminar «Science and Innovation – 2011»]. Mar. gos. un-t; pod red.: I. I. Popova, V. A. Kozlova, V. V. Samarceva, V. G. Zinova. Yoshkar-Ola, 2011, pp. 294–301.

9. Nikolaev V. T. Optimizacija dvigatel'nyh nagruzok v uchebnom processe po fizicheskoj kul'ture v vuze na osnove pokazatelej biojempidansometrii [Optimization of motor loads in the educational process on physical training in high school on the basis of bioimpedance indicators]. *Sovershenstvovanie uchebnogo i trenirovochnogo processov v sisteme obrazovanija: materialy Mezhdunarodnoj nauch.-praktich. konf.* = Improving the educational and training processes in the education system: International scientific-practical conference. Ul'janovsk: Izd-vo UIGTU, 2014, pp. 254–257.

10. Nikolaev V. T. Biojempidansometrija kak metod ocenki somaticheskogo zdorov'ja studentov v uchebnom processe po fizicheskoj kul'ture [Bioimpedance as a method of assessing physical health of students in the educational process on physical training]. *Fizicheskoe vospitanie i fizicheskij sport glazami studentov: materialy Vserossijskoj nauch.-praktich. konf. s mezhdunar. uchastiem* = Physical education and sports through the eyes of students: materials of All-Russian scientific-practical conference with international participation. Kazan', 6–8 nojabrja 2015 g. Pod red.: R. A. Jusupova, B. A. Akishina, T. Ju. Pokrovskoj. Kazan': Izd-vo KNITU-KAI, 2015, pp. 444–447.

11. Nikolaev V. T. Biompedanstnyj monitoring sostava tela devushek v uchebno-trenirovochnom processe fitnes napravlenosti [Biompedanstny monitoring of body composition in girls training process oriented fitness]. «*Nauka i innovacii – 2015*» ISS «*SI–2015*»: materialy Desjatoj mezhdunar. nauchnoj shkoly «*Nauka i innovacii – 2015*» ISS «*SI–2015*» = «Science and Innovation – 2015» ISS «*SI–2015*»: materials of the Tenth International Scientific School «Science and Innovation – 2015»

ISS «*SI–2015*». Red. kolegija: I. I. Popov, V. A. Kozlov, V. V. Samarcev. Yoshkar-Ola: Izd-vo Povolzhskij gosudarstvennyj tehnologičeskij universitet, 2015. S. 257–268. URL: <https://yadi.sk/mail/?hash=DjSnMabqdTH5Yo9%2Bew%2BvAT/cfltxvfKQBdDYj3LUrbo%3D>

12. Solodkov A. S. Adaptacija v sporte: Teoreticheskie i prikladnye aspekty [Adaptation in the sport: Theoretical and applied aspects]. *Teorija i praktika fizicheskoj kul'tury* = Theory and Practice of Physical Culture. 1990, no. 5, pp. 3–5.

13. Fomin N. A. Osnovy vozrastnoj fiziologii sporta [Fundamentals of developmental sports physiology]. Cheljabinsk: Izd-vo Chel. ped. in-ta, 1973, p. 132.

14. Baumgartner R. N., Chumlea W. C., Roche A. F. Bioelectrical impedance phase angle and body composition. *Amer. J. Clin. Nutr.* 1988. Vol. 48. P. 16–23.

15. Ellis K. J. Human body composition: in vivo methods. *Pehysiol. Rev.* 2000, v. 80, no. 2, pp. 649–680.

16. Heymsfield S. B., Lohman T. G., Wang Z., Going S. B. (eds.) Human body composition (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics, 2005, 533 p.

17. Lukaski H. C., Bolonchuk W. W., Hall C. B., Siders W. A. Estimation of body fluid volumes using tetrapolar bioelectrical impedance measurements. *Aviat. Space Environ. Med.* 1988, vol. 59, pp. 1163–1169.

18. Nikolaev V. T., Dedova I. A., Familnikova N. V., Kochetkov I. I., Sergeev D. V. Application of Bioimpedance Analysis of Female Body Composition in the Training Process of Fitness Orientation. *Mediterranean Journal.*

Submitted 10.10.2016.

**Citation for an article:** Nikolaev V. T. Pedagogical technology of the students' physical education based on monitoring of morphofunctional state and physical training. *Vestnik of the Mari State University.* 2016, no. 4 (24), pp. 33–45.

#### About the autor

**Nikolaev Valiry Timofeyevich**, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Mari State University, Yoshkar-Ola, [nikolaev\\_yt@mail.ru](mailto:nikolaev_yt@mail.ru)