

**ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ / HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY**

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.150.107>

**ОСОБЕННОСТИ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ УЧАЩИХСЯ СТАРШИХ КЛАССОВ  
ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ШКОЛ НА ОСНОВЕ БИОИМПЕДАНСНОГО АНАЛИЗА КОМПОНЕНТНОГО  
СОСТАВА ТЕЛА**

Научная статья

**Бочарин И.В.<sup>1,\*</sup>, Гурьянов М.С.<sup>2</sup>, Рахманов К.В.<sup>3</sup>, Комиссарова Е.А.<sup>4</sup>, Осипова Е.А.<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>ORCID : 0000-0002-4961-5351;

<sup>2</sup>ORCID : 0000-0001-9910-5141;

<sup>1,2</sup> Приволжский исследовательский медицинский университет, Нижний Новгород, Российская Федерация  
<sup>3,4,5</sup> Нижегородский государственный лингвистический университет им. Н. А. Добролюбова, Нижний Новгород, Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (bocharin.ivan[at]mail.ru)

**Аннотация**

Цель работы – изучить особенности компонентного состава тела среди учащихся школ 10 и 11 классов с использованием биоимпедансометрии. В исследование включено 109 испытуемых, являющихся обучающимися старших классов школ Нижнего Новгорода. Определяли индекс массы тела, относительные показатели жировой и мышечной масс, общее количество воды, фазовый угол, метаболический возраст, уровень висцеральной жировой ткани и базальный метаболизм. Значения индикаторов компонентного состава тела испытуемых находятся в пределах нормы для данной возрастной группы испытуемых, с медианным значением мышечной массы на нижней границе диапазона. 25 перцентиль показателей относительной жировой массы и висцеральной жировой ткани наблюдается на нижней границе норматива. Анализ корреляционных взаимосвязей демонстрирует положительные корреляции высокой силы среди показателей ИМТ-ММ-ЖМ, ОВ и ВЖ, БМ и ОВ, ЖМ и МВ, ВЖ и БМ. Отрицательные корреляции наблюдаются между параметрами ИМТ-ММ и МВ-ММ. Своевременный мониторинг состояния компонентного состава тела позволяет вовремя обнаружить факторы риска для снижения здоровья и разработать рациональный подход к персонализации физической нагрузки.

**Ключевые слова:** биоимпедансометрия, компонентный состав тела, здоровье, индекс массы тела, физическое развитие, двигательная активность, школьники.

**SPECIFICS OF PHYSICAL DEVELOPMENT OF HIGH SCHOOL STUDENTS OF GENERAL EDUCATION  
SCHOOLS ON THE BASIS OF BIOELECTRICAL IMPEDANCE ANALYSIS OF THE COMPONENT BODY  
COMPOSITION**

Research article

**Bocharin I.V.<sup>1,\*</sup>, Guryanov M.S.<sup>2</sup>, Rakhmanov K.V.<sup>3</sup>, Komissarova E.A.<sup>4</sup>, Osipova E.A.<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>ORCID : 0000-0002-4961-5351;

<sup>2</sup>ORCID : 0000-0001-9910-5141;

<sup>1,2</sup> Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russian Federation  
<sup>3,4,5</sup> Nizhny Novgorod State Linguistics University, Nizhny Novgorod, Russian Federation

\* Corresponding author (bocharin.ivan[at]mail.ru)

**Abstract**

The aim of the work is to study the features of component body composition among school students of 10th and 11th grades using bioimpedanceometry. The research included 109 subjects, who were high school students in Nizhny Novgorod. Body mass index, relative indices of fat and muscle mass, total water, phase angle, metabolic age, visceral adipose tissue level and basal metabolism were determined. The values of the subjects' component body composition indicators are within the normal range for this age group of subjects, with the median value of muscle mass at the lower end of the range. The 25th percentile of relative fat mass and visceral adipose tissue indicators are at the lower limit of the norm. The analysis of correlations demonstrates positive correlations of high strength among the indicators of BMI-MW-FW, WW and FW, BM and FW, MW and CF, FW and BM. Negative correlations are observed between BMI-MW and BM-MW parameters. Timely monitoring of the state of body component composition allows to detect risk factors for health reduction in time and to develop a rational approach to personalization of physical activity.

**Keywords:** bioimpedanceometry, body composition, health, body mass index, physical development, motor activity, schoolchildren.

**Введение**

Физическое развитие является одним из основных информативных компонентов общего состояния здоровья человека, в том числе детей подросткового возраста [5], [7]. В качестве индикаторов физического развития выступают показатели компонентного состава тела, такие как индекс массы тела, абсолютная и относительная жировая и мышечная массы и другие. Эти показатели могут использоваться наряду с другими маркерами в определении группы здоровья детей и их допуска к занятиям физической культурой и участия в спортивных мероприятиях [4], [6].

В условиях дальнейшего увеличения доли детей школьного возраста, ведущих малоподвижный образ жизни, актуальным вопросом является скрининг физического развития на основании определения наиболее информативных показателей состава тела. Интегральной характеристикой для проведения данного мониторинга может являться показатель индекса массы тела (ИМТ), однако его использование не всегда является достаточно комплексной в диагностике недостатка или избытка массы тела, так как он не учитывает количественные характеристики безжировой и жировой массы тела [8], [9]. Еще одним методом их определения является определение электрического и диэлектрического импеданса с использованием программно-аппаратных комплексов, что получило название биоимпедансометрия [1], [2], [3], [5]. С его помощью неинвазивно определяют электрический импеданс, в структуру которого входят активное сопротивление (R), которое складывается из электрических сопротивлений всех жидкостей в расположении пути измерительного тока и реактивное сопротивление (Xc), которое характеризует общее емкостное сопротивление всех клеточных мембран на пути измерительного тока [12]. Таким образом, на основании введения перед исследованием входящих данные (длина и масса тела) определяются расчетные значения масс и объемов различных видов биологических жидкостей, а также характеристика скорости метаболических процессов [11].

Проведенные научные исследования свидетельствуют об увеличении распространения ожирения среди детей, учащихся в старших классах общеобразовательных школ, что формирует серьезную проблему общественного здравоохранения и возникновения серьезных негативных последствий для состояния здоровья подростков [6], [7], [8], [12]. Поэтому своевременный скрининг физического развития на основании научно-обоснованных методов диагностики является необходимостью для нивелирования рисков возникновения негативных последствий, связанных с динамикой массы тела за пределы нормативных значений. Это определило цель исследования.

Цель исследования – изучить особенности компонентного состава тела среди учащихся школ 10 и 11 классов с использованием биоимпедансометрии.

### Методы и принципы исследования

Исследование выполнено на базе ГБОУ «Лицей-интернат «Центр одаренных детей» и МАОУ «Школа № 187» города Нижнего Новгорода в рамках государственного задания Министерства здравоохранения Российской Федерации «Научное обоснование норм двигательной активности у детей школьного возраста с разным уровнем здоровья». Контингент испытуемых представлен 109 юношами, которые обучаются в 10-м и 11-м классах. Средний возраст испытуемых составил  $16,9 \pm 0,8$  года. Все юноши имели основную группу для занятий физической культурой и спортом и регулярно посещали занятия по данной учебной дисциплине на базе общеобразовательной школы. Из исследования исключали молодых людей, у которых не было сведений о длине и массе тела при скрининговом обследовании, отсутствие ребенка на момент проведения тестирования, наличия сопутствующих противопоказаний, препятствующей проведению биоимпедансометрии (наличие кардиостимулятора и иных имплантированных приборов, высокая температура, воспалительный процесс на участках кожи в местах контакта с металлическими пластинами, состояние стресса), а также женский пол.

Для определения показателей компонентного состава тела использовали программно-аппаратный комплекс «Система спортивного тестирования «MedicalSoft» (модификация MS FIT-01, Москва, Россия), который представлен на рисунке 1 (рис. 1).



Рисунок 1 - Система спортивного тестирования MedicalSoft  
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.150.107.1>

Перед проведением исследования у испытуемого измеряли длину и массу тела с помощью весов с ростометром ВМЭН-200-50/100-С-СТ-А (Тамбов, Россия), а затем просили расположиться на стуле, ладони рук и стопы ног поставить на специальные платформы с интегрированными металлическими компонентами, через которые подавался ток для определения активного и реактивного сопротивлений. В качестве мониторинга использовали показатели индекса массы тела (ИМТ), относительные (%) показатели жировой и мышечной масс (ЖМ, ММ), общее количество воды (ОВ), фазовый угол (ФЗ), метаболический возраст (МВ), уровень висцеральной жировой ткани (ВЖ) и базальный метаболизм (БМ). Полученные данные соотносились с нормативными значениями для общероссийской выборки, опубликованной в труде С.Г. Руднева с соавт. [10], а отдельные показатели (МВ и ВЖ) – с нормативами, представленными разработчиками оборудования MedicalSoft.

Статистическую обработку данных выполняли в пакете прикладных компьютерных программ Statistica 10.1 и Excel 2016. Выборки представлены в виде медианы (Me) и 25-75 перцентиля (25-75%). Проверку на нормальность

распределения выполняли с помощью критерия Колмогорова-Смирнова с поправкой Лиллиефорса. В качестве определения корреляционных взаимосвязей между показателями применяли коэффициент корреляции Пирсона.

### Основные результаты

В таблице 1 (табл. 1) представлены результаты скрининга компонентного состава тела испытуемых с помощью биоимпедансометрии. Анализ полученных данных позволяет предположить, что значения показателей компонентного состава тела среди юношей, учащихся в старших классах находится в пределах половозрастных норм. Следует отметить, что медианное значение мышечной массы находится на нижней границе норматива – 42,4% (51,0-62,8; Ме 25-75). Кроме этого, обращает на себя внимание относительный компонент жировой массы, медианное значение которого наблюдается в пределах нормативных границ, а минимальное значение 25 перцентиля находится на нижней границе норматива – 19,3% (12,4-26,8; Ме 25-75). Такая же тенденция наблюдается для 25 перцентиля показателя висцеральной жировой ткани – 1,04% (1,02-2,87; Ме 25-75).

Таблица 1 - Показатели компонентного состава тела среди учащихся 10-11 классов общеобразовательных школ

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.150.107.2>

Параметры	Испытуемые-юноши (n=109)	Норматив
Индекс массы тела (ИМТ), кг/м <sup>2</sup>	21,6 (20,0-23,8)	18,5-24,9
Жировая масса (ЖМ), %	19,3 (12,4-26,8)	12,0-23,0
Мышечная масса (ММ), %	42,4 (51,0-62,8)	43,0-56,0
Фазовый угол (ФЗ), у.е.	8,0 (7,5-9,1)	6,5-9,6
Базальный метаболизм (БМ), ккал/сут	1476,0 (1395,0-1619,0)	1351,0-1498,0
Висцеральный жир (ВЖ), %	1,04 (1,02-2,87)	1,0-11,0
Метаболический возраст (МВ), лет	14,5 (12,5-26,4)	16,0-18,0
Общее количество воды в организме (ОВ), %	51,6 (48,5-56,3)	45,0-60,0

Примечание: n=109; Ме 25-75 %

Одной из причин дефицита жиров в организме может являться недостаток энергетического компонента питания, а также дисфункциональные сдвиги регуляторных и обменных процессов. При этом недостаток мышечной массы также может быть вызван как отсутствием сбалансированного питания, так и недостатком физической активности. Фазовый угол, являющийся интегральной характеристикой физической работоспособности у испытуемых находится в пределах нормативных значений – 8,0 (7,5-9,1; Ме 25-75). Такая же тенденция наблюдается для индикаторов индекса массы тела, метаболического возраста и общего количества воды в организме. Обращает на себя внимание 25 перцентиль базального метаболизма, зафиксированного на нижней границе норматива – 1476,0 (1395,0-1619,0; Ме 25-75).

Результаты корреляционного анализа представлены в корреляционной матрице (рис. 2).

	ИМТ	ФЗ	ОВ	МВ	ЖМ	ВЖ	ММ	БМ
ИМТ	1	0,29	0,29	0,89	0,78	0,23	-0,60	0,48
ФЗ	0,29	1	0,5855	-0,08	-0,22	0,55	0,32	0,37
ОВ	0,29	0,59	1	0,00	-0,20	0,98	0,46	0,88
МВ	0,89	-0,08	0,00	1	0,96	-0,09	-0,84	0,23
ЖМ	0,78	-0,22	-0,20	0,96	1	-0,29	0,66	0,02
ВЖ	0,23	0,55	0,98	-0,09	-0,29	1	0,54	0,90
ММ	-0,60	0,32	0,46	-0,84	0,66	0,54	1	0,20
БМ	0,48	0,37	0,88	0,23	0,02	0,90	0,20	1

Рисунок 2 - Корреляционные взаимосвязи показателей компонентного состава тела среди учащихся 10-11 классов общеобразовательных школ

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.150.107.3>

Зафиксированы положительные корреляционные взаимосвязи высокой силы между ИМТ и ММ ( $r=0,89$ ;  $p<0,05$ ), ИМТ и ЖМ ( $r=0,78$ ;  $p<0,05$ ), ОВ и ВЖ ( $r=0,98$ ;  $p<0,05$ ), БМ и ОВ ( $r=0,88$ ;  $p<0,05$ ), ЖМ и МВ ( $r=0,96$ ;  $p<0,05$ ) а также ВЖ и БМ ( $r=0,9$ ;  $p<0,05$ ). Отрицательные корреляции высокой силы обнаружены между показателями ИМТ и ММ ( $r=-0,6$ ;  $p<0,05$ ) и МВ и ММ ( $r=-0,84$ ;  $p<0,05$ ). Таким образом, проведенное скрининговое биоимпедансное обследование позволяет получить комплексное представление об уровне физического развития учащихся школ старших классов.

### Обсуждение

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) относит ожирение среди обучающихся школ старших классов к существенной проблеме, влияющей на общее состояние здоровья [3]. Установлено, что в 2011 г. около 25% подростков стран Западной Европы и США имеют избыточную массу тела [8]. При этом в последние годы происходит увеличение распространенности избыточной массы тела среди подростков 6-11 лет с 7% до 13%, а в возрасте 12-19 лет – с 5 до 14% [8]. С учетом вышесказанного, своевременный контроль физического развития школьников с применением метода биоимпедансометрии необходим для своевременного определения негативных тенденций ухудшения состояния здоровья, и ранней диагностике ведущих социально-биологических факторов, способствующих возникновению состояний дезадаптации.

### Заключение

Проведенный биоимпедансный скрининг продемонстрировал значения индикаторов компонентного состава тела испытуемых в пределах нормы для данной возрастной группы, с медианным значением мышечной массы на нижней границе диапазона. 25 перцентиль показателей относительной жировой массы и висцеральной жировой ткани наблюдается на нижней границе норматива. Анализ корреляционных взаимосвязей демонстрирует положительные корреляции высокой силы среди показателей ИМТ-ММ-ЖМ, ОВ и ВЖ, БМ и ОВ, ЖМ и МВ, ВЖ и БМ. Отрицательные корреляции наблюдаются между параметрами ИМТ-ММ и МВ-ММ. Своевременный мониторинг состояния компонентного состава тела позволяет вовремя обнаружить факторы риска для снижения здоровья и разработать рациональный подход к персонализации физической нагрузки.

### Финансирование

Исследование выполнено в рамках государственного задания Министерства здравоохранения Российской Федерации «Научное обоснование норм двигательной активности у детей школьного возраста с разным уровнем здоровья» (2024 г.).

### Конфликт интересов

Не указан.

### Рецензия

Сухина К.В., Иркутский государственный университет путей сообщения, Иркутск, Российская Федерация  
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.150.107.4>

### Funding

The study was carried out within the state task of the Ministry of Health of the Russian Federation "Scientific substantiation of the norms of motor activity in school-age children with different levels of health" (2024).

### Conflict of Interest

None declared.

### Review

Sukhinina K.V., Irkutsk State Transport University, Irkutsk, Russian Federation  
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.150.107.4>

### Список литературы / References

1. Бочарин И.В. Биоимпедансометрия как способ анализа компонентного состава тела студентов медицинского университета в динамике обучения / И.В. Бочарин, М.С. Гурьянов // Карельский научный журнал. — 2021. — 2 (35). — С. 8–11. DOI: [10.26140/knz4-2021-1002-0002](https://doi.org/10.26140/knz4-2021-1002-0002).
2. Гаврюшкин М.Ю. Биоимпедансный анализ состава тела в диагностике нарушений физического развития детей и подростков / М.Ю. Гаврюшкин, О.В. Сазонова, Д.О. Горбачева и др. // Вестник Российского государственного медицинского университета. — 2021. — 6. — С. 110–116. DOI: [10.24075/brsmu.2021.062](https://doi.org/10.24075/brsmu.2021.062).
3. Гаврюшкин М.Ю. Научное обоснование применения результатов антропометрических исследований и биоимпедансного анализа в качестве критериев оценки эффективности оздоровления детей в детских лагерях / М.Ю. Гаврюшкин, О.В. Сазонова, Д.О. Горбачев и др. // Вестник Российского государственного медицинского университета. — 2019. — 2. — С. 97–103. DOI: [10.24075/vrgmu.2019.024](https://doi.org/10.24075/vrgmu.2019.024).
4. Галимова А.Г. Сравнительная характеристика показателей массы тела студентов и курсантов по результатам биоимпедансного анализа / А.Г. Галимова, М.Д. Кудрявцев, А.Ю. Осипова и др. // Теория и практика физической культуры. — 2024. — 6. — С. 80–82.
5. Гириш Я.В. Роль и место биоимпедансного анализа в оценке состава тела детей и подростков с различной массой тела / Я.В. Гириш, О.А. Герасимчик // Бюллетень сибирской медицины. — 2018. — 17(2). — С. 121–132. DOI: [10.20538/1682-0363-2018-2-121-132](https://doi.org/10.20538/1682-0363-2018-2-121-132).
6. Колейникова А.В. Дефицит массы тела у детей: особенности клинических проявлений и показателей пищевого статуса / А.В. Колейникова, Н.Н. Таран, О.Н. Титова и др. // Вопросы детской диетологии. — 2023. — 6 (21). — С. 27–37. DOI: [10.20953/1727-5784-2023-6-27-37](https://doi.org/10.20953/1727-5784-2023-6-27-37).
7. Мартинчик А.Н. Распространенность избыточной массы тела и ожирения у детей / А.Н. Мартинчик, К.Э. Лайкам, Н.А. Козырева и др. // Вопросы питания. — 2022. — 3 (91). — С. 64–72. DOI: [10.33029/0042-8833-2022-91-3-64-72](https://doi.org/10.33029/0042-8833-2022-91-3-64-72).

8. Намазова-Баранова Л.С. Оценка физического развития детей среднего и старшего школьного возраста: анализ результатов одномоментного исследования / Л.С. Намазова-Баранова, К.А. Елецкая, Е.В. Катуйкова и др. // Педиатрическая фармакология. — 2018. — 4 (15). — С. 333–342. DOI: 10.15690/pf.v15i4.1948.
9. Новикова И.И. Двигательная активность и индивидуальные накопительные риски нарушения составляющих здоровья школьников / И.И. Новикова, Ю.В. Ерофеев, И.П. Флянку и др. // Гигиена и санитария. — 2020. — 3 (99). — С. 279–285. DOI: 10.33029/0016-9900-2020-99-3-279-285.
10. Руднев С.Г. Биоимпедансный анализ состава тела человека / С.Г. Руднев, Д.В. Николаев, А.В. Смирнов и др. — Томск, Москва : Наука, 2009. — 392 с.
11. Терехина Е.Н. Оценка метаболического статуса и компонентного состава тела студентов специальной медицинской группы в начале учебного года / Е.Н. Терехина, А.С. Бахарева, Я.В. Бурнашов и др. // Человек. Спорт. Медицина. — 2023. — 2 (23). — С. 7–15. DOI: 10.14529/hsm230201.
12. Филатова О.В. Особенности регуляции ритма сердца у юношей и девушек с различным компонентным составом тела, двигательным и пищевым поведением / О.В. Филатова, Е.В. Куцева, И.Ю. Воронина // Ожирение и метаболизм. — 2022. — 1 (19). — С. 53–61. DOI: 10.14341/omet12713.

### Список литературы на английском языке / References in English

1. Bocharin I.V. Bioimpedansometrija kak sposob analiza komponentnogo sostava tela studentov meditsinskogo universiteta v dinamike obucheniya [Bioimpedance measurement as a method of analyzing the component composition of the body of medical university students in the dynamics of learning] / I.V. Bocharin, M.S. Gur'janov // Karelian Scientific Journal. — 2021. — 2 (35). — P. 8–11. DOI: 10.26140/knz4-2021-1002-0002. [in Russian]
2. Gavrjushkin M.Ju. Bioimpedansnyj analiz sostava tela v diagnostike narushenij fizicheskogo razvitija detej i podrostkov [Bioimpedance analysis of body composition in the diagnosis of physical development disorders in children and adolescents] / M.Ju. Gavrjushkin, O.V. Sazonova, D.O. Gorbacheva et al. // Bulletin of the Russian State Medical University. — 2021. — 6. — P. 110–116. DOI: 10.24075/brsmu.2021.062. [in Russian]
3. Gavrjushkin M.Ju. Nauchnoe obosnovanie primeneniya rezul'tatov antropometricheskikh issledovanij i bioimpedansnogo analiza v kachestve kriteriev otsenki effektivnosti ozdorovlenija detej v detskih lagerjah [Scientific substantiation of the application of the results of anthropometric studies and bioimpedance analysis as criteria for evaluating the effectiveness of children's health improvement in children's camps] / M.Ju. Gavrjushkin, O.V. Sazonova, D.O. Gorbachev et al. // Bulletin of the Russian State Medical University. — 2019. — 2. — P. 97–103. DOI: 10.24075/vrgmu.2019.024. [in Russian]
4. Galimova A.G. Sravnitel'naja harakteristika pokazatelej massy tela studentov i kursantov po rezul'tatam bioimpedansnogo analiza [Comparative characteristics of body weight indicators of students and cadets based on the results of bioimpedance analysis] / A.G. Galimova, M.D. Kudrjavitsev, A.Ju. Osipova et al. // Theory and Practice of Physical Education. — 2024. — 6. — P. 80–82. [in Russian]
5. Girsh Ja.V. Rol' i mesto bioimpedansnogo analiza v otsenke sostava tela detej i podrostkov s razlichnoj massoj tela [The role and place of bioimpedance analysis in assessing the body composition of children and adolescents with different body weights] / Ja.V. Girsh, O.A. Gerasimchik // Bulletin of Siberian Medicine. — 2018. — 17(2). — P. 121–132. DOI: 10.20538/1682-0363-2018-2-121-132. [in Russian]
6. Kolejnikova A.V. Defitsit massy tela u detej: osobennosti klinicheskikh projavlenij i pokazatelej pischevogo statusa [Body weight deficiency in children: features of clinical manifestations and indicators of nutritional status] / A.V. Koleynikova, N.N. Taran, O.N. Titova et al. // Questions of Children's Dietetics. — 2023. — 6 (21). — P. 27–37. DOI: 10.20953/1727-5784-2023-6-27-37. [in Russian]
7. Martinchik A.N. Rasprostranennost' izbytochnoj massy tela i ozhirenija u detej [Prevalence of overweight and obesity in children] / A.N. Martinchik, K.E. Lajkam, N.A. Kozyreva et al. // Nutrition Issues. — 2022. — 3 (91). — P. 64–72. DOI: 10.33029/0042-8833-2022-91-3-64-72. [in Russian]
8. Namazova-Baranova L.S. Otsenka fizicheskogo razvitija detej srednego i starshego shkol'nogo vozrasta: analiz rezul'tatov odnomomentnogo issledovanija [Assessment of the physical development of children of middle and high school age: analysis of the results of a single-stage study] / L.S. Namazova-Baranova, K.A. Eletsckaja, E.V. Katujkova et al. // Pediatric Pharmacology. — 2018. — 4 (15). — P. 333–342. DOI: 10.15690/pf.v15i4.1948. [in Russian]
9. Novikova I.I. Dvigatel'naja aktivnost' i individual'nye nakopitel'nye riski narusheniya sostavljajuschih zdorov'ja shkol'nikov [Motor activity and individual cumulative risks of violation of the components of the health of schoolchildren] / I.I. Novikova, Ju.V. Erofeev, I.P. Fljanku et al. // Hygiene and Sanitation. — 2020. — 3 (99). — P. 279–285. DOI: 10.33029/0016-9900-2020-99-3-279-285. [in Russian]
10. Rudnev S.G. Bioimpedansnyj analiz sostava tela cheloveka [Bioimpedance analysis of human body composition] / S.G. Rudnev, D.V. Nikolaev, A.V. Smirnov et al. — Tomsk, Moscow : Nauka, 2009. — 392 p. [in Russian]
11. Terehina E.N. Otsenka metabolicheskogo statusa i komponentnogo sostava tela studentov spetsial'noj meditsinskoj gruppy v nachale uchebnogo goda [Assessment of the metabolic status and body component composition of students of a special medical group at the beginning of the academic year] / E.N. Terehina, A.S. Bahareva, Ja.V. Burnashov et al. // Human. Sport. Medicine. — 2023. — 2 (23). — P. 7–15. DOI: 10.14529/hsm230201. [in Russian]
12. Filatova O.V. Osobennosti reguljatsii ritma serdtsa u junoshej i devushek s razlichnym komponentnym sostavom tela, dvigatel'nym i pischevym povedeniem [Features of the regulation of heart rhythm in boys and girls with different body components, motor and eating behavior] / O.V. Filatova, E.V. Kutseva, I.Ju. Voronina // Obesity and Metabolism. — 2022. — 1 (19). — P. 53–61. DOI: 10.14341/omet12713. [in Russian]