

УДК 796

ОЦЕНКА УРОВНЕЙ РАЗВИТИЯ ФИЗИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ КОСМОНАВТОВ РАЗНЫХ СОМАТОТИПОВ

В.Г. Назин, Т.Б. Кукоба, К.С. Киреев

Канд. техн. наук, проф. АВН В.Г. Назин; канд. пед. наук, доц. Т.Б. Кукоба;
канд. мед. наук К.С. Киреев (ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина»)

Статья посвящена оценке уровней развития физических качеств космонавтов разных соматотипов – астеников, нормостеников и гиперстеников. Оценивались выносливость, сила, быстрота, ловкость, гибкость, специальная физическая подготовленность и бортовая физическая тренированность. Основой для выполнения соматотипирования космонавтов и оценки уровней их физических качеств являлись, соответственно, медицинские карты космонавтов и заключения об их физической подготовленности на различных этапах подготовки к полету на МКС.

Ключевые слова: космонавты, соматотипы, физические упражнения, физические качества, физическая подготовленность

Evaluation of the Physical Qualities of Cosmonauts of Different Somatotypes. V.G. Nazin, T.B. Kukoba, K.S. Kireev

The paper deals with the evaluation of physical qualities of cosmonauts of different somatotypes, notably: asthenics, normosthenics, and hypersthenics. Endurance, strength, quickness, agility, flexibility, special physical fitness, and onboard physical training were evaluated. The somatic typing of cosmonauts and evaluation of their physical status were based on cosmonauts' medical records and medical reports about their physical fitness at different stages of training for the space flight to the ISS.

Keywords: cosmonauts, somatotypes, physical training, physical qualities, physical fitness

Общеизвестно, что телосложение человека – это пропорции и особенности частей тела, а также особенности развития костной, жировой и мышечной тканей. Соматотип – это тип телосложения, обусловленный генетически и определяемый на основе измерений антропометрических параметров. Выделяют три соматотипа человека: астенический, нормостенический и гиперстенический.

У астеников, как правило, отмечается природная худоба и тонкость костей, узкие плечи и грудная клетка, нередко высокий рост, длинные конечности. Люди с этим типом телосложения практически не поправляются, но и мышечную массу им нелегко набрать.

Нормостеники чаще всего обладают пропорциональной мышечной фигурой, причем мышцы тела развиты от природы. Этим людям относительно

легко стать обладателями атлетической фигуры и хорошей спортивной формы, но при сидячем образе жизни жир будет откладываться.

Гиперстеникам присущи округлые формы, у них широкий скелет, жировая ткань часто преобладает над мышечной, конечности обычно короткие. Они с трудом наращивают мышечную массу и без физической активности легко набирают лишние килограммы. По характеру гиперстеники добродушные и искренние люди, спокойные и уверенные в себе [1, 2].

Следует указать, что при отборе кандидатов в первые отряды космонавтов, наряду с другими требованиями, были выдвинуты требования по антропометрическим параметрам: рост кандидатов не должен был превышать 170 см, масса – не более 70 кг (эти параметры лимитировали габаритные размеры корабля «Восход-1»). В этой связи можно предположить, что первыми космонавтами становились преимущественно гиперстеники [3].

С 1975 года требования к антропометрическим параметрам кандидатов в космонавты начали меняться. На сегодняшний день рост кандидата не должен превышать 190 см, масса – не более 95 кг, рост в положении сидя до 99 см, обхват грудной клетки 94–112 см. Естественно, что переход к менее жестким антропометрическим ограничениям способствовал увеличению числа представителей разных соматотипов среди космонавтов [4].

В этой связи соматотипирование космонавтов современного контингента вызывает значительный научный и практический интерес. Не меньший интерес представляет оценка показателей телосложения космонавтов разных соматотипов (рост, масса, объемы и формы отдельных частей тела, величина жировотложения и др.). По этим двум направлениям уже проведены первые поисковые исследования [5], посвященные, в основном, выбору и апробированию методики соматотипирования, а также пробной оценке показателей телосложения астеников, нормостеников и гиперстеников из относительно небольшой группы космонавтов ($n = 23$). В настоящее время эти исследования продолжают применительно к более представительной выборке космонавтов ($n = 56$).

Однако только показатели телосложения космонавтов разных соматотипов не дают полного представления об особенностях их физического развития, достигнутого под влиянием наследственности, окружающей среды, профессиональной деятельности, двигательной активности и т. д. Другими, не менее важными показателями физического развития человека являются уровни развития его физических качеств, в большей мере отражающих функции мышечной системы организма [6]. У космонавтов развитие профессионально важных физических качеств осуществляется целенаправленно в ходе их физической подготовки к полету. В силу этих обстоятельств оценка уровней развития физических качеств космонавтов разных соматотипов актуальна и явилась целью исследования.

Методы и организация исследования

На базе ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина» проведен ретроспективный анализ медицинских карт 56 космонавтов как имеющих опыт выполнения полета на МКС, так и готовящихся к нему.

Анализировались антропометрические параметры космонавтов: рост (см), рост сидя (см), масса тела (кг), обхватные размеры тела и конечностей (см), измеренные по общепринятым методикам [7, 8].

По методике М.В. Черноуцко на основе индекса Пинье [9] обследованные космонавты были разделены на три группы по соматотипам: астеники, нормостеники, гиперстеники.

Применительно к этим группам оценивались уровни профессионально важных физических качеств космонавтов – выносливости, силы, быстроты, ловкости, гибкости, специальной физической подготовленности (СФП) и бортовой физической тренированности (БФТ). СФП – устойчивость к воздействию неблагоприятных факторов космического полета, БФТ – способность выполнять физические тренировки на бортовых тренажерах МКС.

Источниками информации для этой оценки являлись 235 заключений о физической подготовленности космонавтов на различных этапах подготовки к полету на МКС, начиная с 2005 года (в среднем по 4–5 заключений на каждого космонавта).

Расчет индивидуальных уровней физических качеств каждого космонавта осуществлялся по 10-балльной шкале по «Методике комплексной оценки уровня физической подготовленности космонавта к полету» [10], исходя из результатов выполнения им нормативных физических упражнений:

- на выносливость: кросс 1 км, кросс 3 км, тест PWC 170, плавание 800 м вольным стилем, плавание 800 м брассом, бег на лыжах 5 км;
- силу: подтягивание на перекладине, сгибание-разгибание рук в упоре на брусьях, угол в упоре на брусьях, вис на перекладине хватом сверху, лазание по канату без помощи ног;
- быстроту: бег 60 м, челночный бег 10 × 10 м, прыжок в длину с места, плавание 25 м вольным стилем, плавание 100 м вольным стилем, плавание 100 м брассом;
- ловкость: прыжки в воду (сальто вперед, сальто назад) с трамплина высотой 1 м, упражнения на батуте, спортивные игры, прыжок-спад в воду с трамплина высотой 3 м, комплексное упражнение на ловкость;
- гибкость: наклон вперед-вниз из положения стоя на гимнастической скамейке, продольный шпагат, поперечный шпагат, «мостик»;
- СФП: проба Ромберга, обороты на гимнастическом колесе, антиортостатическая проба, ныряние в длину;
- БФТ: бег на бегущей дорожке БД-1, ручная велоэргометрия на велотренажере ВБ-4, силовые упражнения со штангой (имитация работы на силовом тренажере ARED).

Сначала объективные результаты R выполнения космонавтом нормативных физических упражнений, зафиксированные инструментальным способом (в секундах, метрах, сантиметрах и т. д.), пересчитывались по формулам методики [10] в балльные оценки N с учетом его текущего возраста T (полных лет и месяцев в десятичном исчислении) с соблюдением условий: если $N < 0$, то $N = 0$; если $N > 10$, то $N = 10$.

Так, например, применительно к нормативному физическому упражнению «кросс 1 км» формула пересчета времени преодоления дистанции, измеренного в секундах, имеет следующий вид:

$$N_{\text{кросс 1км}} = 5 - 0,1 \times (R_{\text{кросс 1км}} - 210) + 0,2 \times (T - 30). \quad (1)$$

Результаты выполнения упражнений, не подлежащих инструментальной оценке (прыжки в воду, на батуте, шпагаты и др.), оценивались тренерами-преподавателями субъективно непосредственно по 10-балльной шкале.

Далее рассчитывались балльные оценки N уровней отдельных физических качеств космонавта. Для этого балльные оценки результатов выполнения им нормативных упражнений на каждое из качеств умножались на коэффициенты относительной важности этих упражнений, а полученные произведения суммировались. Например, применительно к физическому качеству «Выносливость» расчетное соотношение имеет следующий вид:

$$N_{\text{вын}} = N_{\text{кросс 1км}} \times 0,08 + N_{\text{кросс 3км}} \times 0,20 + N_{\text{рвс}} \times 0,09 + N_{\text{плав 800м в/с}} \times 0,17 + \\ + N_{\text{плав 800м бр}} \times 0,13 + N_{\text{лыжи 5км}} \times 0,33. \quad (2)$$

Если на какое-либо качество выполнялись не все нормативные упражнения, то коэффициенты относительной важности выполненных упражнений пересчитывались для полной группы событий.

В обобщенном показателе развития физических качеств космонавта использовался общий уровень физической подготовленности (ФП) – $N_{\text{ФП}}$. Для его расчета полученные балльные оценки уровней отдельных физических качеств космонавта умножались на коэффициенты относительной важности этих качеств и затем суммировались:

$$N_{\text{ФП}} = N_{\text{вын}} \times 0,17 + N_{\text{сил}} \times 0,12 + N_{\text{быст}} \times 0,07 + N_{\text{ловк}} \times 0,10 + N_{\text{гибк}} \times 0,06 + \\ + N_{\text{сФП}} \times 0,26 + N_{\text{БФТ}} \times 0,22. \quad (3)$$

Обработка результатов оценки индивидуальных уровней физических качеств и физической подготовленности в целом космонавтов разных соматотипов выполнялась с использованием общепринятых методов математической статистики. Для каждого из исследуемых показателей рассчитывалось среднее значение и среднеквадратическое отклонение. Проверку на нормальность распределения показателей в исследуемых группах проводили

с помощью критерия Шапиро – Уилка. Для определения статистической значимости различий средних величин использовали t-критерий Стьюдента. Различия считались значимыми при $P < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

Соматотипирование 56 космонавтов позволило разделить их на три группы: астеники ($n = 16$), нормостеники ($n = 18$) и гиперстеники ($n = 22$). То есть в общей группе обследованных космонавтов больше всего оказалось гиперстеников (39 %), немного меньше нормостеников (32 %) и еще меньше астеников (29 %) (рис. 1).



Рис. 1. Соотношение представителей разных соматотипов в общей группе обследованных космонавтов

Примечательно, что соотношение космонавтов из числа военнослужащих (в основном, военных летчиков) и гражданских специалистов во всех трех группах оказалось абсолютно равным – по 50 %. Можно также указать, среди нормостеников и гиперстеников оказалось по одному космонавту женского пола.

Расчетные значения средних уровней физических качеств космонавтов разных соматотипов представлены на рис. 2.

На рис. 2 видно, что астеники в среднем значительно превосходят представителей двух других соматотипов в выносливости ($P < 0,05$). Средний уровень их выносливости составил $8,25 \pm 1,78$ балла. Нормостеники незначительно превосходят по выносливости гиперстеников и набрали в среднем по группе $7,49 \pm 1,80$ балла. Средний балл по этому физическому качеству у гиперстеников составил $6,94 \pm 2,14$.

У гиперстеников выявлена самая низкая сила ($6,73 \pm 2,50$ балла) по сравнению с астениками ($P = 0,003$) и нормостениками ($P = 0,001$). У нормостеников и астеников сила практически не отличается, средний балл у них по этому качеству $8,03 \pm 1,90$ и $7,84 \pm 1,82$, соответственно.

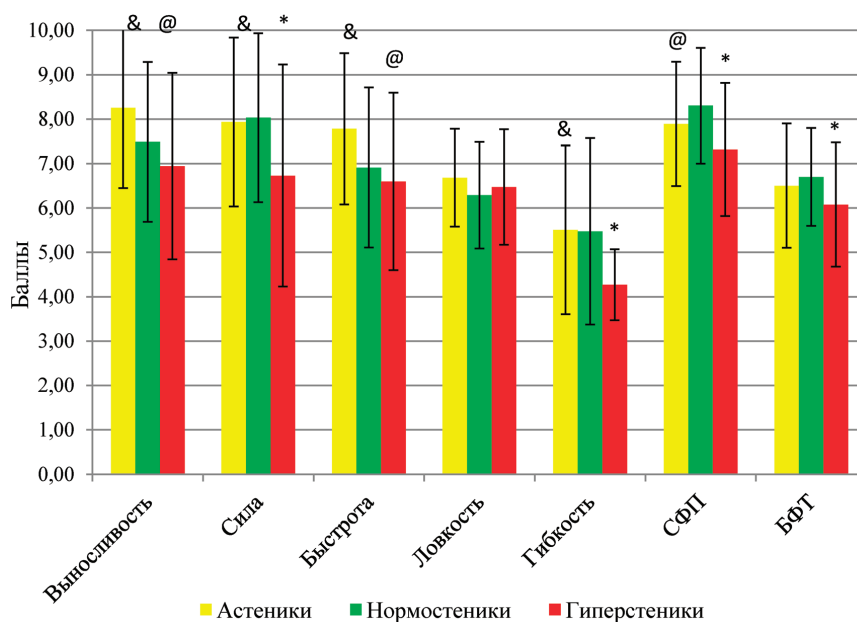


Рис. 2. Средние уровни физических качеств космонавтов разных соматотипов:
 & – различия достоверны между астениками и гиперстениками при $P < 0,05$; @ – различия достоверны между астениками и нормостениками при $P < 0,05$; * – различия достоверны между нормостениками и гиперстениками при $P < 0,05$

Астеники значительно превосходят в быстроте нормостеников ($P = 0,005$) и гиперстеников ($P = 0,001$), средний балл по этому качеству в группе астеников $7,78 \pm 1,64$. Нормостеники быстрее гиперстеников, но различия не достоверны. Нормостеники по быстроте набрали в среднем $6,91 \pm 1,76$ балла, гиперстеники – $6,60 \pm 2,04$ балла.

По ловкости достоверно значимых различий не выявлено, средний уровень этого физического качества у представителей всех изучаемых соматотипов составил примерно 6,5 балла. Но чуть более ловкими оказались все же астеники, второе место у гиперстеников, третье – у нормостеников.

Уровень гибкости у представителей всех изучаемых соматотипов был низкий в сравнении с другими физическими качествами. При этом, у астеников и нормостеников гибкость практически не отличалась ($P = 0,04$), а у гиперстеников была значимо ниже ($P = 0,06$), чем у представителей двух других соматотипов. Астеники в среднем по группе набрали по гибкости $5,51 \pm 1,88$ балла, нормостеники – $5,47 \pm 2,16$ балла, гиперстеники – $4,27 \pm 1,19$ балла.

Нормостеники превосходили по СФП представителей двух других соматотипов, в среднем они набрали $8,30 \pm 1,28$ балла. Астеники заняли второе место и в среднем набрали $7,82 \pm 1,41$ балла ($P = 0,03$). У гиперстеников по СФП самый низкий средний балл – $7,32 \pm 1,46$ ($P = 0,04$).

Схожая тенденция выявлена и по БФТ. Нормостеники имели самый высокий уровень БФТ – $6,70 \pm 1,11$ балла, астеники заняли второе место и в среднем набрали $6,56 \pm 1,40$ балла. У гиперстеников по данному качеству самый низкий показатель, который составил $6,08 \pm 1,38$ балла. Достоверно значимые различия по БФТ выявлены только между нормостениками и гиперстениками ($P = 0,005$).

Таким образом, можно констатировать, что в исследуемой группе космонавтов астеники превосходят представителей других соматотипов в выносливости, быстроте и примерно наравне с ними в ловкости. Нормостеники преобладают в СФП и БФТ и почти равны с астениками в силе и гибкости. Гиперстеники уступают астеникам и нормостеникам по всем оцениваемым физическим качествам за исключением ловкости – в ней они немного превосходят нормостеников.

Самый высокий уровень физической подготовленности в целом выявлен у астеников – средний балл ФП составил $7,45 \pm 0,92$ (рис. 3). Незначительно ниже уровень ФП у нормостеников – средний балл составил $7,27 \pm 0,85$. Достоверно ниже в сравнении с астениками ($P = 0,04$) и нормостениками ($P = 0,02$) уровень ФП у гиперстеников – средний балл составил $6,62 \pm 1,29$.

Важно указать, что в последнее десятилетие соотношение представителей разных соматотипов в отряде космонавтов определенным образом меняется. Если из общей группы обследованных космонавтов выделить тех, кто был зачислен в отряд по результатам отбора на основе открытых конкурсов, проведенных, соответственно, в 2012, 2017–2018 и 2020–2021 гг., то в этой подгруппе ($n = 17$) нормостеников больше (41 %), чем астеников (24 %) и гиперстеников (35 %) (рис. 4).

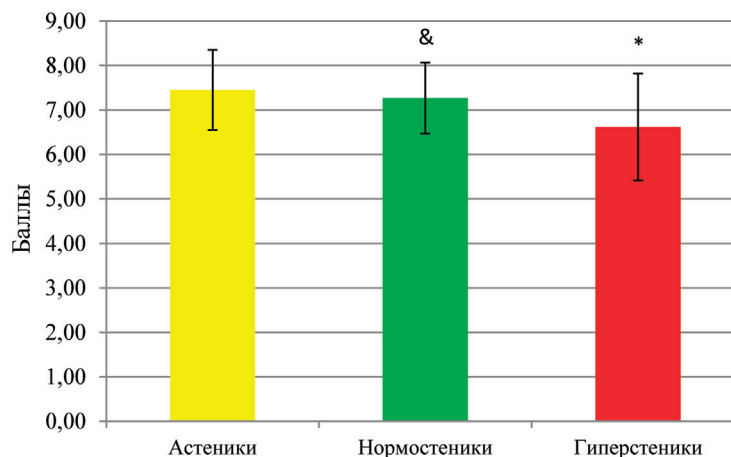


Рис. 3. Средние уровни физической подготовленности космонавтов разных соматотипов: & – различия достоверны между астениками и гиперстениками при $P < 0,05$; * – различия достоверны между нормостениками и гиперстениками при $P < 0,05$



Рис. 4. Соотношение космонавтов разных соматотипов в подгруппе зачисленных в отряд после 2012 г.

Тогда как в оставшейся подгруппе космонавтов ($n = 39$), отобранных до 2012 г., наоборот, нормостеников меньше (28 %), чем астеников (31 %) и гиперстеников (41 %) (рис. 5).



Рис. 5. Соотношение космонавтов разных соматотипов в подгруппе зачисленных в отряд до 2012 г.

То есть налицо если не тенденция, то факт увеличения в отряде космонавтов количества нормостеников при одновременном снижении числа астеников и гиперстеников.

Основная причина таких перемен кроется, на наш взгляд, в том, что в рамках открытых конкурсов наряду с другими видами отбора кандидатов в космонавты осуществлялся и их отбор по физической подготовленности, а до 2012 г. такой отбор не проводился. Можно предположить, что профессиональный отбор кандидатов в космонавты по физической подготовленности в рамках открытых конкурсов является своего рода естественным регулятором оптимального соотношения представителей разных соматотипов в отряде космонавтов.

Так или иначе, но, по нашему мнению, впредь целесообразно проводить соматотипирование кандидатов в космонавты уже на этапе их отбора,

отслеживать процесс пополнения отряда космонавтов представителями разных соматотипов (не допуская явного перебора одного из них) и, учитывая особенности их телосложения, индивидуальным образом осуществлять физическую подготовку к полету. Считаем также, что и в состав экипажей космических экспедиций разумно включать, по возможности, космонавтов разных соматотипов, поскольку рациональное использование их тех или иных сильных сторон с учетом особенностей развития физических качеств поможет наилучшим образом справиться как с плановыми полетными заданиями, так и с аварийными ситуациями и непредвиденными обстоятельствами.

Выводы

1. Выявленные особенности развития физических качеств космонавтов разных соматотипов необходимо учитывать в ходе их физической подготовки при подборе средств, методов и параметров физической нагрузки, а также при отборе кандидатов в космонавты и формировании экипажей для полетов на МКС, создаваемую Российскую орбитальную станцию, а в перспективе и для длительных межпланетных экспедиций.

2. Существенное изменение соотношения космонавтов – астеников, нормостеников и гиперстеников, произошедшее в последнее десятилетие, позволяет рассматривать отбор кандидатов в космонавты по физической подготовленности, проводимый в рамках открытых конкурсов, начиная с 2012 г., в качестве естественного регулятора оптимального соотношения представителей разных соматотипов в отряде космонавтов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Никитюк, Б.А. Интегративная биомедицинская антропология / Б.А. Никитюк, Н.А. Корнетов. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1998. – 182 с.
- [2] Мартиросов, Э.Г. Взаимообусловленность психических и соматических особенностей человека / Э.Г. Мартиросов // Актуальные проблемы морфологии: сборник научных трудов. – Красноярск: [б. и.], 2008. – Вып. 7. – С. 69–79.
- [3] Первушин, А. Они могли быть на месте Гагарина. История первого отряда космонавтов / А. Первушин. – URL: <https://www.mirf.ru/science/istoriya-pervogo-otryada-kosmonavtov> (дата обращения: 27.12.2022).
- [4] Профессиональный отбор космонавтов / Под редакцией Б.И. Крючкова, М.М. Харламова. – Звездный городок: НИИ ЦПК им. Ю.А. Гагарина, 2009. – 209 с.
- [5] Кукоба, Т.Б. О физическом развитии космонавтов разного соматотипа / Т.Б. Кукоба, К.С. Киреев, Б.В. Бурдин, М.М. Харламов // Современные вопросы биомедицины. – 2023. – Т. 7, № 1(22). – DOI 10.51871/2588-0500_2023_07_01_9
- [6] Максименко, А.М. Теория и методика физической культуры. – Москва: Физическая культура, 2005. – 544 с.
- [7] Мартиросов, Э.Г. Применение антропологических методов в спорте, спортивной медицине и фитнесе: учебное пособие / Э.Г. Мартиросов, С.Г. Руднев, Д.В. Николаев. – Москва: Физическая культура, 2010. – 120 с.

- [8] Губа, В.П. Методы математической обработки результатов спортивно-педагогических исследований: учебно-методическое пособие / В.П. Губа, В.В. Пресняков. – Москва: Человек, 2015. – 288 с.
- [9] Черноруцкий, М.Б. Учение о конституции в клинике внутренних болезней / М.Б. Черноруцкий // Материалы 7-го съезда российских терапевтов. – Ленинград: [б. и.], 1925. – С. 304–312.
- [10] Назин, В.Г. Совершенствование нормативно-методической базы оценки физической подготовленности космонавтов к полетам на Международную космическую станцию // Пилотируемые полеты в космос. – 2017. – № 4(25). – С. 73–89.

REFERENCES

- [1] Nikityuk, B.A. Integrative Biomedical Anthropology / B.A. Nikityuk, N.A. Kornetov. – Tomsk: Publishing House Tomsk University. 1998. – 182 p.
- [2] Martirosov, E.G. Interdependence of Mental and Somatic Features of a Person / E.G. Martirosov // Actual Problems of Morphology: Collection of Scientific Papers. – Krasnoyarsk: [s. n.], 2008. – Issue 7. – P. 69–79.
- [3] Pervushin, A. They could be in Gagarin's Place. History of the First Detachment of Cosmonauts / A. Pervushin. – URL: <https://www.mirf.ru/science/istoriya-pervogo-otryada-kosmonavtov> (date of access: 27.12.2022).
- [4] Professional Selection of Astronauts / Ed. by B.I. Kryuchkov, M.M. Kharlamov. – Star City: Yu.A. Gagarin Research Institute of the CPC, 2009. – 209 p.
- [5] Kukoba, T.B. On the Physical Development of Astronauts of Different Somatotypes / T.B. Kukoba, K.S. Kireev, B.V. Burdin, M.M. Kharlamov // Modern Questions of Biomedicine. – 2023. – V. 7, No 1 (22). – DOI: 10.51871/2588-0500_2023_07_01_9
- [6] Maksimenko, A.M. Theory and Methods of Physical Culture. – Moscow: Physical Culture, 2005. – 544 p.
- [7] Martirosov, E.G. Application of Anthropological Methods in Sports, Sports Medicine and Fitness: Study Guide / E.G. Martirosov, S.G. Rudnev, D.V. Nikolaev. – Moscow: Physical Culture, 2010. – 120 p.
- [8] Guba, V.P. Methods of Mathematical Processing of the Results of Sports and Pedagogical Research: Teaching Aid / V.P. Guba, V.V. Presnyakov. – Moscow: Man, 2015. – 288 p.
- [9] Chernorutsky, M.B. The Doctrine of the Constitution in the Clinic of Internal Diseases / M.B. Chernorutsky // Materials of the 7th Congress of Russian Therapists. – Leningrad: [s. n.], 1925. – P. 304–312.
- [10] Nesin, V.G. Improvement of the Normative and Methodological Basis for Assessing the Physical Fitness of Astronauts for Flights to the International Space Station // Manned Space Flights. – 2017. – No 4(25). – P. 73–89.