

Дата публикации: 01.12.2021

DOI: 10.51871/2588-0500_2021_05_04_12

УДК 57.054 +372.879.6 + 796.1/.3

ОСОБЕННОСТИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПА ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ У МАЛЬЧИКОВ 8-12 ЛЕТ ПРИ ЗАНЯТИЯХ ФУТБОЛОМ

Т.В. Балабохина¹, Ф.Б. Литвин¹, М.В. Рудин²

¹Смоленский государственный университет спорта, г. Смоленск, Россия

²Брянский государственный университет им. Академика И.Г. Петровского, г. Брянск, Россия

Ключевые слова: футбол, школьники, возраст, физические нагрузки, вариабельность сердечного ритма, типы регуляции.

Аннотация. Цель исследования – изучение особенностей становления вегетативной регуляции сердечного ритма у мальчиков-футболистов в возрасте 8-12 лет. Выявлено доминирование центрального механизма регуляции у начинающих футболистов 8-9 лет, что отражает повышенную напряженность в функционировании растущего организма. Численность юных футболистов с доминированием центрального механизма регуляции составляет 54% в начале и 60% в конце исследования. У юных футболистов 10-12 лет усиливается активность автономного механизма регуляции сердечным ритмом. Показано, что компенсаторно-приспособительные процессы у юных футболистов формируются на фоне определенных анатомо-физиологических особенностей и гетерохронизма развития функциональных систем.

FEATURES OF HEART RATE VARIABILITY DEPENDING ON THE TYPE OF VEGETATIVE REGULATION IN BOYS AGED 8-12 YEARS WHEN PLAYING SOCCER

T.V. Balabokhina¹, F.B. Litvin¹, M.V. Rudin²

¹Smolensk State University of Sports, Smolensk, Russia

²Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovskij, Bryansk, Russia

Key words: soccer, schoolchildren, age, physical activity, heart rate variability, types of regulation.

Annotation. The aim of the study is to examine the features of the formation of vegetative regulation of heart rate in male soccer players aged 8-12 years. The dominance of the central mechanism of regulation in beginner soccer players aged 8-9 years was revealed, which reflects the increased tension in the functioning of

the growing organism. The number of young soccer players with the dominance of the central regulatory mechanism is 54% at the beginning and 60% at the end of the study. The activity of the autonomic mechanism of heart rate regulation increases in young soccer players aged 10-12 years. It is shown that compensatory and adaptive processes in young soccer players are formed against the background of certain anatomical and physiological features and heterochronism of the development of functional systems.

Введение. В настоящее время имеется значительное количество теоретических работ, направленных на развитие детско-юношеского футбола и его закономерностей [1-5]. Вместе с тем, в теории и практике детско-юношеского футбола недостаточно исследований, посвященных оценке состояния функциональных систем, обеспечивающих адаптацию организма к систематическим физическим нагрузкам, что дает возможность корректировать саму структуру подготовки юных спортсменов. Одной из быстро реагирующих систем на адаптационные изменения является система кровообращения, а вариабельность сердечного ритма (ВСР) наиболее полно отражает изменения в работе регуляторных систем при воздействии факторов внешней среды [6-7]. Типологические особенности вегетативной регуляции в определенной степени генетически наследуются и являются личностной характеристикой индивидуума, что целесообразно учитывать при занятиях спортом [4, 7]. При достаточном количестве работ по изучению ВСР у детей и подростков, нами не выявлены публикации, посвященные исследованиям регуляции сердечного ритма у юных футболистов с учетом индивидуально-типологических особенностей вегетативной регуляции. В связи с этим, целью настоящего исследования явилось изучение особенностей становления вегетативной регуляции сердечного ритма у мальчиков футболистов в возрасте 8-12 лет.

Методы и организация исследования. В зависимости от возраста и стажа занятий юные футболисты были распределены на две группы: 1 группа – возраст 8-9 лет; 2 группа – возраст 10-12 лет. Всего в исследовании приняло участие 113 мальчиков, занимающихся в спортивной секции по футболу. Исследование проводили дважды: вначале (61 испытуемый) и в конце (52 испытуемых) подготовительного периода протяженностью 8 недель. Регистрацию ритмокардиограммы проводили с помощью аппарата «Варикард 2.51» ООО «Институт внедрения новых медицинских технологий РАМЕНА» (г. Рязань, Россия), оснащенного программным продуктом для анализа электрокардиографии (ЭКГ). Продолжительность регистрации в положении сидя составила 5 минут. Анализировали общепринятые

параметры ВСР. Типы регуляции определяли по методике [7]. Статистическую обработку полученных результатов проводили с помощью программного пакета STATISTICA 6.0. Средние выборочные значения количественных признаков представлялись в виде $M \pm m$, где M – среднее выборочное, m – стандартная ошибка среднего. Оценку значимых различий проводили с использованием параметрического критерия Стьюдента (для двух групп). За критический уровень значимости различий принималось значение $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение. Для изучения влияния занятий футболом на типологические особенности вегетативной регуляции сердечного ритма у юных спортсменов в возрасте от 8 лет до 12 лет были выделены типы регуляции с учетом доминирования автономного или центрального механизма регуляции [7]. В каждой возрастной группе выделено три типа из четырех типов: мальчики с выраженным преобладанием центрального механизма регуляции (II тип); умеренным преобладанием центрального механизма регуляции (I тип) и умеренным преобладанием автономного механизма регуляции (III тип). Юных футболистов с выраженным доминированием автономного механизма регуляции (IV тип) нами не выявлено. Такая ситуация закономерная и естественная поскольку IV тип регуляции отражает выраженное доминирование парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, что не характерно для детей 8-12-летнего возраста. Регуляция хронотропной функции сердца у младших школьников осуществляется с высокой активностью симпатoadреналовой системы и центральных механизмов [8]. Количество испытуемых каждого типа оказалось разным и варьировало с учетом возраста и этапа годичного тренировочного цикла. Среди начинающих футболистов 8-9 лет в начале подготовительного периода число испытуемых с I типом составило 26%, со II типом – 29%, с III типом – 45%. Через 2 месяца при повторном исследовании численность испытуемых с I типом увеличилась до 32%, со II типом практически не изменилась (28%) и уменьшилась до 40% с III типом вегетативной регуляции сердечного ритма. Соответственно среди юных футболистов 10-12 лет на начало подготовительного периода число испытуемых с I типом составляло 27%; со II типом – 20% и с III типом – 53% испытуемых. После повторного исследования численность испытуемых с I типом уменьшилась до 22%; со II типом снизилась до 15% и с III типом увеличилась до 63%. По изменению численности мальчиков 8-9 лет с разными типами вегетативной регуляции сердечного ритма после 2 месяцев занятий установлено, что начало занятий футболом повышает напряженность регуляторных систем с ростом

активности центрального механизма регуляции (I и II тип) и снижением активности умеренного автономного механизма (III тип). С увеличением стажа занятий футболом у мальчиков 10-12 лет растет численность футболистов с III типом на фоне снижения числа лиц с I и II типами регуляции. Преобладание III типа регуляции ВСР в 11-12 лет наблюдали у юных хоккеистов [9]. Данный факт рассматривается как положительный, направленный на расширение адаптационных возможностей организма 10-12 летних футболистов под влиянием систематических занятий футболом. Установлено, что у юных футболистов 8-9 лет со II типом регуляции показатели спектральной мощности LF, LF/HF, VLF за 8 недель подготовительного периода статистически надежно увеличились на 89%, 69% и 84% ($p < 0,05$) соответственно (табл. 1).

Таблица 1

Динамика показателей ВСР у юных футболистов 8-9 лет с разными типами вегетативной регуляции

Этап исследования	ЧСС, уд./мин	АМо, %	SI, усл. ед.	LF, мс	VLF, мс	RM SSD, мс	HF, мс	TP, мс ²	MxDMn, мс	LF/HF, усл. ед.
I тип										
1	89,63 ±1,54	39,93 ±2,70	132,8 ±16,6	557 ±61,7	329 ±32,3	49,23 ±5,05	1093 ±164	2416 ±298	233 ±27,66	0,53 ±0,11
2	85,21 ±2,08	29,70 ±2,15	79,83 ±8,04	1151 ±148	248 ±28,1	61,30 ±7,57	1699 ±308	3291 ±488	274 ±33,52	0,77 ±0,15
p<0,05	p>0,05	p<0,05	p<0,05	p<0,05	p>0,05	p>0,05	p>0,05	p>0,05	p>0,05	p<0,05
II тип										
1	100,2 ±3,26	51,60 ±4,70	248,2 ±25,9	258 ±30,0	76 ±9,10	38,50 ±4,48	239 ±36,9	813 ±165	169 ±21,63	1,55 ±0,24
2	102,7 ±3,20	51,22 ±4,98	229,9 ±20,54	487 ±55,6	140 ±19,5	25,49 ±3,20	256 ±48,0	1067 ±189	199 ±23,01	2,62 ±0,41
p<0,05	p>0,05	p>0,05	p>0,05	p<0,05	p<0,05	p<0,05	p>0,05	p>0,05	p>0,05	p<0,05
III тип										
1	85,70 ±2,32	27,83 ±1,71	60,60 ±7,67	1796 ±205	812 ±163	72,03 ±7,65	2061 ±272	5344 ±567	349 ±20,62	0,98 ±0,22
2	83,00 ±2,50	27,85 ±1,43	65,95 ±6,39	1728 ±221	694 ±96,1	69,48 ±6,52	1866 ±178	4594 ±433	319 ±25,42	1,00 ±0,18
p<0,05	p>0,05	p>0,05	p>0,05	p>0,05	p>0,05	p>0,05	p>0,05	p>0,05	p>0,05	p>0,05

Примечание: 1 – первое исследование вначале подготовительного периода; 2 – второе исследование в конце подготовительного периода; ЧСС – частота сердечных сокращений; АМо – амплитуда моды; SI – индекс напряжения; LF – мощность спектра в диапазоне низкочастотных колебаний; VLF – мощность спектра в диапазоне очень низкочастотных колебаний; RMSSD – среднеквадратичное отклонение разности последовательных интервалов; HF – мощность спектра в диапазоне высокочастотных колебаний; TP – общая мощность спектра; MxDMn – диапазон вариационного размаха кардиоинтервалов; LF/HF – коэффициент вегетативного баланса

У мальчиков 8-9 лет физические нагрузки вызывали адекватные функциональному состоянию организма изменения в регуляторных механизмах. Однако напряженность регуляторных систем оставалась повышенной. Положительным моментом является повышение на 84% ($p < 0,05$) показателя спектральной мощности VLF-колебаний, указывающее на рост адаптивных возможностей организма [7, 10]. Полученные данные согласуются с результатами исследования, которые отмечали у детей усиление как симпатических, так и парасимпатических влияний на сердечный ритм [11]. С переходом в группу юных футболистов с умеренным доминированием центрального механизма регуляции (I тип) под влиянием систематических физических нагрузок существенно возростала активность автономного механизма регуляции. Подавление активности симпатического контура регуляции сопровождалось уменьшением величины показателя АМо на 33% ($p < 0,05$) и снижением индекса напряженности (SI) на 66% ($p < 0,05$). Сохранялась активность сердечно-сосудистого центра продолговатого мозга с повышением величины LF-спектра на 107% ($p < 0,05$). Следовательно, у юных футболистов с I типом регуляции под влиянием физических нагрузок повышался уровень адаптивности сердечно-сосудистой системы, и это повышение более выраженное, по сравнению с футболистами со II типом регуляции. Анализ изученных показателей у испытуемых с умеренным доминированием автономного механизма регуляции (III тип) не выявил статистически значимых различий по временным и спектральным показателям.

В возрастной группе юных футболистов 10-12 лет в подготовительном периоде годового цикла динамика показателей автономного и центрального механизмов регуляции сердечного ритма отличается от возрастной группы 8-9 лет. У испытуемых со II типом регуляции усилился вклад автономного механизма регуляции достоверным повышением на 26% ($p < 0,05$) показателя RMSSD (табл. 2) и снижением на 26% ($p < 0,05$) интегрального показателя (SI). На достоверно высоком уровне оставалось повышение на 88% ($p < 0,05$) вклада сердечно-сосудистого центра (LF) продолговатого мозга.

Таблица 2

Динамика показателей ВСР у юных футболистов 10-12 лет с разными типами вегетативной регуляции

Этап исследования	ЧСС, уд/мин	АМо, %	SI, усл. ед.	LF, мс	VLF, мс	RMSSD, мс	HF, мс	TP, мс ²	MxD Mn, мс	LF/HF, усл. ед.
I тип										
1	90,02 ±4,88	40,30 ±1,84	137,7 ±7,71	820 ±53,0	395 ±46,2	36,00 ±1,34	410 ±27,1	1765 ±166	272 ±19,7	2,05 ±0,25

Продолжение таблицы 2

2	74,52 ±2,51	45,50 ±2,20	102,0 ±6,42	618 ±42,9	308 ±22,9	43,30 ±1,61	608 ±40,9	1811 ±207	214 ±12,0	1,24 ±0,16
p<0,05	p<0,05	p>0,05	p<0,05	p<0,05	p>0,05	p<0,05	p<0,05	p>0,05	p<0,05	p<0,05
II тип										
1	91,16 ±4,25	39,98 ±2,40	136,9 ±8,22	513 ±35,0	142 ±21,3	37,65 ±1,99	565 ±31,1	1580 ±192	229 ±23,4	1,18 ±0,12
2	76,62 ±2,44	36,79 ±2,22	111,2 ±6,02	963 ±58,7	188 ±29,0	47,88 ±2,36	623 ±39,5	1891 ±222	264 ±31,0	1,52 ±0,13
p<0,05	p<0,05	p>0,05	p<0,05	p<0,05	p>0,05	p<0,05	p>0,05	p>0,05	p>0,05	p<0,05
III тип										
1	82,12 ±2,50	33,24 ±2,49	59,74 ±4,14	2205 ±288	582 ±216	61,84 ±6,25	1912 ±181	5740 ±428	301 ±19,5	1,42 ±0,26
2	69,58 ±1,60	21,61 ±1,47	45,77 ±3,50	2098 ±285	1070 ±270	89,09 ±7,67	2657 ±293	6278 ±641	374 ±26,2	0,82 ±0,17
p<0,05	p<0,05	p<0,05	p<0,05	p>0,05	p<0,05	p<0,05	p<0,05	p>0,05	p<0,05	p<0,05

Примечание: 1 – первое исследование вначале подготовительного периода; 2 – второе исследование в конце подготовительного периода; ЧСС – частота сердечных сокращений; АМо – амплитуда моды; SI – индекс напряжения; LF – мощность спектра в диапазоне низкочастотных колебаний; VLF – мощность спектра в диапазоне очень низкочастотных колебаний; RMSSD – среднеквадратичное отклонение разности последовательных интервалов; HF – мощность спектра в диапазоне высокочастотных колебаний; TP – общая мощность спектра; MxDMn – диапазон вариационного размаха кардиоинтервалов; LF/HF – коэффициент вегетативного баланса

У футболистов с I типом регуляции продолжалось усиление влияния на сердечный ритм автономного механизма регуляции. Было выявлено достоверное повышение показателей RMSSD, HF и RMSSD. На этом фоне снижалась активность симпатического отдела ВНС с достоверным понижением показателя LF и LF/HF. В результате усиления активности стресс-лимитирующих систем статистически надежно понижалась напряженность систем с уменьшением показателя SI на 35% (p<0,05). Отмечается урежение пульса. У футболистов 10-12 лет с III типом регуляции сердечного ритма нарастало усиление влияния на сердечный ритм автономного механизма регуляции. К завершению подготовительного периода под воздействием физических нагрузок усиливался трофотропный эффект парасимпатического отдела ВНС. При этом статистически достоверно повышаются средние величины показателя RMSSD, MxDMn и HF колебаний. На этом фоне достоверно снижались средние значения показателей АМо, LF/HF и SI, характеризующие активность симпатического отдела ВНС. Сердечный ритм становился реже. Следовательно, у мальчиков 10-12 лет происходило усиление активности парасимпатического звена ВНС, на фоне сохраняющегося выраженного тонуса симпатического отдела ВНС. Такой вариант регуляции сердечного ритма оптимален для организма, так как способствует повышению его адаптационных возможностей и наиболее

эффективному использованию функциональных резервов сердечно-сосудистой системы [11].

Таким образом, на примере особенностей регуляции сердечного ритма у детей 8-12 лет, занимающихся в спортивной секции футбола, показано, что компенсаторно-приспособительные процессы у юных футболистов формируются на фоне определенных анатомо-физиологических особенностей и гетерохронизма развития функциональных систем.

Заключение.

1. Систематические занятия футболом оказывают влияние на механизмы регуляции сердечного ритма, усиливая активность автономного механизма на фоне снижения центрального контура регуляции.

2. Юные футболисты 10-12 лет по сравнению с 8-9-летними обладают большим адаптационным потенциалом в ответ на воздействие тренировочных нагрузок.

Список литературы

1. Аль Заиди Басим К. Аббас. Развитие навыков юных футболистов / К. Аббас Аль Заиди Басим // Молодой ученый. – 2014. – № 9(68). – С. 66-70.

2. Гертнер С.В. Влияние скоростных интервальных нагрузок на функциональное состояние кардиореспираторной системы футболистов / С.В. Гертнер, Т.В. Борисова, Я.В. Латюшин, А.Ф. Попова, И.Ф. Харина // Человек. Спорт. Медицина. – 2021. – Т. 21. – № S1. – С. 7-12.

3. Захарова А.В. Контроль скоростно-силовых способностей футболистов на этапе начальной специализации / А.В. Захарова, А.Н. Бердникова // Человек. Спорт. Медицина. – 2016. – Т. 16. – № 4. – С. 64-74.

4. Курдюков Б.Ф. Занятия футболом в дошкольном возрасте: результаты экспериментальных исследований / Б.Ф. Курдюков, М.Б. Бойкова, Е.А. Курдюкова // Теория и методика физического воспитания. – 2018. – № 2. – С. 10-14.

5. Половинкин Н.А. Проблемы детско-юношеского футбола в России / Н.А. Половинкин // Вопросы студенческой науки. – 2019. – № 5(33). – С. 335-338.

6. Брук Т.М. Особенности функционального состояния и специальной работоспособности высококвалифицированных спортсменов с учетом типа вегетативной регуляции сердечного ритма / Т.М. Брук, Ф.Б. Литвин, П.А. Терехов, О.А. Толстой // Вестник Российской военно-медицинской академии. – 2018. – Т. 2(62). – С. 28-32.

7. Шлык Н.И. Оценка качества тренировочного процесса у лыжников-гонщиков и биатлонистов по результатам ежедневных исследований

вариабельности сердечного ритма / Н.И. Шлык, Е.С. Лебедев, О.С. Вершинина // Наука и спорт: современные тенденции. – 2019. – Т. 7. – № 2. – С. 92-105.

8. Литовченко О.Г. Функциональные изменения сердца у детей 10–12 лет, проживающих в условиях Ханты-Мансийского автономного округа Югры / О.Г. Литовченко, А.А. Уханова // Журнал медико-биологических исследований. – 2019. – Т. 7. – № 4. – С. 399-409.

9. Сурина-Марышева Е.Ф. Вариабельность сердечного ритма и физическое развитие хоккеистов 9-16 лет / Е.Ф. Сурина-Марышева, В.В. Эрлих, Е.Н. Ермолаева // Человек. Спорт. Медицина. – 2021. – Т. 21. – № 2. – С. 100-106.

10. Widmark C. Spectral analysis of heart rate variability during desflurane and isoflurane an aesthesia in patients undergoing arthroscopy / C. Widmark, J. Olaison, B. Reftel, L.E. Jonsson, K. Lindecrantz // Acta Anaesthesiol Scand. – 1998. – Vol. 42. – № 2. – P. 204-210.

11. Korkushko O.V. Autonomic control of cardiac chronotropic function in man as a function of age: assessment by power spectral analysis of heart rate variability / O.V. Korkushko, V.B. Shatilo, Yu.I. Plachinda, T.V. Shatilo // Journal of the Autonomic Nervous System. – 1991. – Vol. 32. – P. 191-198.

12. Plews D.J. Training Adaptation and Heart Rate Variability in Elite Endurance Athletes: Opening the Door to Effective Monitoring / D.J. Plews, P.B. Laursen, J. Stanley, A.E. Kilding, M. Buchheit // Sports Med. – 2013. – Vol. 43. – № 9. – P. 773-781.

References

1. Al-Zaidi Basim K. Abbas. Developing skills of young soccer players / K. Abbas Al-Zaidi Basim // Young Scientist. – 2014. – № 9(68). – P. 66-70.

2. Gertner S.V. Effect of speed interval loads on the functional state of the cardiorespiratory system of soccer players // S.V. Gertner, T.B. Borisova, Ya.V. Latyushin, A.F. Popova, I.F. Kharina // Human. Sport. Medicine. – 2021. – Vol. 21. – № S1. – P. 7-12.

3. Zakharova A.V. Control of speed-power abilities of soccer players at the initial specialization stage / A.V. Zakharova, A.N. Berdnikova // Human. Sport. Medicine. – 2016. – Vol. 16. – № 4. – P. 64-74.

4. Kurdyukov B.F. Soccer classes in the preschool age: results of experimental studies // B.F. Kurdyukov, M.B. Bojkova, E.A. Kurdyukova // Theory and Methods of Physical Education. – 2018. – № 2. – P. 10-14.

5. Polovinkin N.A. Issues of children soccer in Russia / N.A. Polovinkin // Issues of Student Science. – 2019. – № 5(33). – P. 335-338.

6. Brooke T.M. Features of the functional state and special performance of elite athletes, taking into account the type of the heart rate's vegetative regulation / T.M. Brooke, F.B. Litvin, P.A. Terekhov, O.A. Tolstoj // Bulletin of the Russian Military Medical Academy. – 2018. – Vol. 2(62). – P. 28-32.

7. Shlyk N.I. Evaluating quality of the training process of ski racers and biathlons according to results of everyday studies of the heart rate / N.I. Shlyk, E.S. Lebedev, O.S. Vershinina // Science and Spots: Modern Tendencies. – 2019. – Vol. 7. – № 2. – P. 92-105.

8. Litovchenko O.G. Functional changes in the heart of 10-12 year old children who live in conditions of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Yugra / O.G. Litovchenko, A.A. Ukhanova // Journal of Biomedical Research. – 2019. – Vol. 7. – № 4. – P. 399-409.

9. Surina-Marysheva E.F. Heart rate variability and physical development of 9-16 year old hockey players / E.F. Surina-Marysheva, V.V. Erlikh, E.N. Ermolaeva // Human. Sport. Medicine. – 2021. – Vol. 21. – № 2. – P. 100-106.

10. Widmark C. Spectral analysis of heart rate variability during desflurane and isoflurane an aesthesia in patients undergoing arthroscopy / C. Widmark, J. Olaison, B. Reftel, L.E. Jonsson, K. Lindecrantz // Acta Anaesthesiol Scand. – 1998. – Vol. 42. – № 2. – P. 204-210.

11. Korkushko O.V. Autonomic control of cardiac chronotropic function in man as a function of age: assessment by power spectral analysis of heart rate variability / O.V. Korkushko, V.B. Shatilo, Yu.I. Plachinda, T.V. Shatilo // Journal of the Autonomic Nervous System. – 1991. – Vol. 32. – P. 191-198.

12. Plews D.J. Training Adaptation and Heart Rate Variability in Elite Endurance Athletes: Opening the Door to Effective Monitoring / D.J. Plews, P.B. Laursen, J. Stanley, A.E. Kilding, M. Buchheit // Sports Med. – 2013. – Vol. 43. – № 9. – P. 773-781.

Сведения об авторах: **Татьяна Валентиновна Балабохина** – кандидат биологических наук, доцент Смоленского государственного университета спорта, Смоленск; **Федор Борисович Литвин** – доктор биологических наук, профессор Смоленского государственного университета спорта, Смоленск, e-mail: bf-litvin@yandex.ru; **Максим Владимирович Рудин** – кандидат педагогических наук, доцент, Брянский государственный университет им. Академика И.Г. Петровского, Брянск.

Information about the authors: Tat'yana Valentinovna Balabokhina – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Smolensk State University of Sports, Smolensk; **Fyodor Borisovich Litvin** – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Smolensk State University of Sports, Smolensk, e-mail: bf-litvin@yandex.ru; **Maksim Vladimirovich Rudin** – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovskij, Bryansk.