

УДК 796/799:37.01

## ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ ТЕХНОЛОГИЙ МОНИТОРИНГА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СТАТУСА

Авилова Инга Анатольевна<sup>1</sup>,

д-р биол. наук, доцент,

e-mail: avilova-inga@mail.ru,

<sup>1</sup>Курский государственный медицинский университет, г. Курск, Россия

*Вопросы адаптации студентов к образовательной среде вуза вызывают огромный интерес. Актуальность проблемы обусловлена необходимостью изучения и понимания процессов активного приспособления и адаптационных механизмов организма, обусловленных как физическими, так и психологическими факторами. Физическая активность, стрессы, переутомления физического и психологического характера отражаются на адаптационных возможностях организма. Перенапряжение регулирующих систем способно вызвать срыв адаптации с появлением и развитием всевозможных патологических процессов и заболеваний. Было установлено, что адекватные реакции всех систем организма на различные виды нагрузок положительно сказываются на приспособительных возможностях организма, защищая его от вероятности адаптационного срыва. Целью исследования являлась возможность использования технологий контроля функционального состояния для определения адаптационных возможностей организма студентов во взаимосвязи с нагрузками в период образовательного процесса. В исследовании принимали участие студенты 1–3 курсов медицинского университета в возрасте от 17 до 20 лет. Полученные результаты дают возможность грамотно проектировать нагрузки и проводить их индивидуальную коррекцию с целью планирования адекватных режимов нагрузок при проведении занятий по физической культуре и в спортивных секциях для активного формирования адаптивных возможностей организма.*

**Ключевые слова:** стресс, адаптация, системы организма, нагрузка, работоспособность, кровообращение, физическая активность

## THE POSSIBILITIES OF USING FUNCTIONAL STATUS MONITORING TECHNOLOGIES IN THE EDUCATIONAL PROCESS

Avilova I.A.<sup>1</sup>,

doctor of biological sciences, associate professor;

e-mail: avilova-inga@mail.ru,

<sup>1</sup>Kursk State Medical University, Kursk, Russia

*The issues of adaptation of students to the educational environment of the university deserve great interest. The relevance of the problem is due to the need to study and understand the processes of active adaptation and adaptive mechanisms of the body, due to both physical and psychological factors. Physical activity, stress, fatigue of a physical and psychological nature affect the adaptive capabilities of the body. Overstrain of regulatory systems can cause disruption of adaptation with the appearance and development of all kinds of pathological processes and diseases. It was found that adequate reactions of all body systems to various types of loads have a positive effect on the adaptive capabilities of the body, protecting it from the likelihood of an adaptive breakdown. The purpose of the study was the possibility of using functional state control technologies to determine the adaptive capabilities of the students' body in relation to loads during the educational process. The study involved students of 1–3 courses of the medical University aged 17 to 20 years. The obtained results make it possible to design loads competently and carry out their individual correction in order to plan adequate load regimes during physical education classes and in sports sections for the active forming of adaptive capabilities of the body.*

**Keywords:** stress, adaptation, body systems, load, working capacity, blood circulation, physical activity

DOI 10.21777/2500-2112-2023-4-31-37

## Введение

Особенности адаптации студентов к образовательной среде, факторы, влияющие на процесс приспособления организма к реальным условиям, вызывают большой интерес и сегодня изучаются особенно активно [1; 2]. Установлено также, что адаптация организма к нагрузке и факторам среды обеспечивается согласованной работой функциональных систем организма во времени и пространстве [3]. Активно исследуются функционально-приспособительные изменения в организме людей при систематических спортивных тренировках. Указывается, что эти изменения происходят, прежде всего, в двух системах – дыхательной и сердечно-сосудистой. Их комплексная перестройка обеспечивает хорошую работоспособность, позволяющую любому человеку выполнять различные по интенсивности упражнения и стойко переносить физические нагрузки. Такая работоспособность достигается скоординированной работой систем кровообращения и дыхания посредством снабжения организма достаточным количеством кислорода, потребление которого во время тяжёлой физической работы резко возрастает [4].

В связи с этим, чтобы оценить физическую подготовленность к нагрузкам и функциональные возможности организма, необходима, прежде всего, оценка состояния сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

Хотя исследований сердечно-сосудистой системы проводится достаточно много, возможности организма и адаптационные возможности студенческой аудитории сегодня изучены недостаточно. Использование в образовательном процессе технологий, позволяющих контролировать адаптивные возможности организма и степень физической подготовленности, помогут проводить индивидуальную корректировку нагрузок и способствовать оптимизации образовательного процесса [5].

Целью нашего исследования являлось изучение возможности применения доступных технологий контроля функционального состояния и адаптационных возможностей организма студента в связи с нагрузками в образовательном процессе.

Оценку состояния сердца и лёгких у обучающихся исследовали с помощью функциональных показателей сердечно-сосудистой системы (ССС) – индекса Робинсона, вегетативного индекса Кердо, показателя качества реакции и коэффициента выносливости.

## Постановка проблемы и методы исследования

По теории Р.М. Баевского основной регулирующей системой, которая ограничивает умственную и физическую работоспособность, является сердечно-сосудистая система. Именно она транспортирует питательные вещества – кислород, ферменты, гормоны и другие соединения, необходимые клеткам и тканям организма. Дефицит нужных веществ запускает физиологические реакции и процессы регуляторных систем для обеспечения необходимого адаптационного потенциала. Продолжительное воздействие на регулирующие системы, не вызывающее срыва в работе функциональных систем, обеспечивает выработку и формирование адаптивного эффекта [6; 7]. Длительное и агрессивное перенапряжение систем организма приводит к срыву адаптации, разрушению систем и болезням.

Анализ и проблематика механизмов адаптации рассмотрены в ряде работ по влиянию различных факторов среды на физическое развитие и здоровье [8], а также в работах, изучавших влияние нарастающих нагрузок на организм [9–11]. Указывается, что адаптация к экстремальным условиям является не бесконечной, способна вызвать истощение и снижение функциональных резервов и возможностей организма. Установлено, что наиболее рациональной формой адаптации является длительное приспособление организма к постепенно увеличивающимся стрессу и нагрузкам, что снижает вероятность срыва адаптационных систем организма [12].

Оценка функционального резерва организма в динамике дает возможность прогнозировать формирование функциональной подготовленности и количественно определять показатель состояния здоровья и степень утомления. При индивидуальном планировании тренировочных нагрузок важно знать физическую готовность и адаптационный резерв организма, поскольку при слабо тренированном сердце или при длительном отсутствии тренировок происходят изменения в тканях, что может привести к срыву в работе сердечно-сосудистой системы и негативным последствиям для организма [13; 14].

К основным показателям функционального состояния сердца и сосудистой системы, определяющим формирование адаптационных резервов организма, относят: частоту сердечных сокращений, систолический и минутный объемы крови, все виды артериального давления (систолическое, диастолическое) и пульсовое.

Для оценки состояния здоровья и физического развития большое значение имеет оценка вегетативного статуса, индекса Робинсона, коэффициента выносливости, а также показателя качества реакции. Расчёты перечисленных индексов и коэффициентов использовали для оценки влияния различных нагрузок на организм обучающихся. Эти расчеты необходимы для того, чтобы составлять программу учебных занятий с учётом особенностей приспособляемости каждого к той или иной физической нагрузке [15; 16]. Поскольку функциональные резервы организма у всех разные [17; 18], поэтому некоторым обучающимся какие-то упражнения и нагрузки будут даваться гораздо тяжелее, чем остальным.

Чтобы предупредить неблагоприятные последствия, которые могут возникнуть после чрезмерной нагрузки, используя данные индексов и коэффициентов, можно составлять индивидуализированные программы занятий, с помощью которых занимающиеся не только смогут без лишнего напряжения выдерживать нагрузки, но и смогут наращивать свой приспособительный резерв организма [2; 10]. Естественно, что у спортсменов все индексы и коэффициенты выше, чем у студентов, занимающихся физкультурой или в спортивных секциях, что говорит о необходимости исследования физической подготовленности и адаптационного резерва организма студентов.

### Результаты исследования и их обсуждение

В исследовании приняли участие студенты 1–3 курсов ( $n = 15$ ), возрастом от 17 до 20 лет, не имевшие хронических заболеваний и посещавшие занятия по физической культуре и спортивную секцию шейпинга в вузе 2 раза в неделю.

У всех студентов рассчитывали вегетативный индекс Кердо (ВИК), индекс Робинсона (ИР), коэффициент выносливости (КВ) и показатель качества реакции. Для этого проводили измерения пульса и артериального давления 2 раза (в начале и конце занятия). На основании полученных данных диастолического артериального давления и частоты пульса рассчитывали вегетативный индекс Кердо. По результатам исследований выявлено, что среднее значение  $d/p$  для девушек 17–20 лет до начала тренировок соответствовало  $1 (1,07 \pm 0,13)$  (таблица 1).

Таблица 1 – Данные параметров кровообращения

До занятия															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
d	67	72	68	79	59	82	74	79	73	77	77	73	75	78	69
p	63	64	68	64	73	83	63	91	71	74	72	69	68	75	67
d/p	1,9	1,1	1	1,2	0,9	0,9	1,2	0,9	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0
После занятия															
d	65	69	69	56	53	79	71	73	61	68	72	75	73	70	63
p	86	81	78	77	75	100	82	94	77	79	94	92	94	88	82
d/p	0,8	0,9	0,8	0,8	0,7	0,8	0,9	0,7	0,8	0,9	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8

После занятия было зафиксировано, что показатели диастолического давления несколько уменьшились, а частота пульса у испытуемых незначительно повысилась.

Полученные значения  $d/p$  стали меньше  $1 (0,79 \pm 0,12)$ , что говорит о сдвиге вегетативного тонуса в сторону симпатикотонии (диастолическое давление снизилось, пульс возрос). Во время занятий при воздействии нагрузок идет увеличение минутного объема крови, что можно учитывать, как фактор активации симпатической системы.

При активации симпатической системы и сдвиге вегетативного тонуса в сторону симпатикотонии организм активно расходует энергию с ускорением обмена веществ, что и проявляется при физической

активности, а при парасимпатикотонии происходит замедление физиологических процессов и снижение активности, что проявляется замедлением процессов обмена в отсутствие физической деятельности. Таким образом, при активных физических занятиях с умеренной нагрузкой происходит сдвиг вегетативного тонуса в сторону симпатикотонии с ускорением обмена веществ и процессами активации жизненных функций, что способствует укреплению адаптационного резерва организма [4; 16].

На основании полученных параметров состояния ССС рассчитывали индекс Робинсона.

После активной физической нагрузки выдерживали пять минут отдыха и определяли частоту сердечных сокращений и давление.

Таблица 2 – Частота сердечных сокращений и индекс Робинсона

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ЧСС	86	67	78	77	75	80	63	82	77	79	74	73	74	74	75
ИР	96	82	84	89	83	102	83	105	98	84	85	92	89	87	89

Результат ИР оценивали по шкале, отражающей степень функциональных резервов сердечно-сосудистой системы:

от  $\leq 69$  – хорошо тренированное сердце;

70–84 – функциональные резервы сердца и сосудов в пределах нормы;

85–94 – слабый функциональный резерв сердца и сосудов;

95–110 – имеются проблемы адаптации сердца и сосудов к нагрузкам;

$\geq 111$  – выраженные проблемы в работе сердца и сосудов.

Полученные результаты показали, что 33 % испытуемых студентов имели хорошую физическую форму и их функциональные резервы в норме (ИР в диапазоне 70–84);

– 40 % имели средний уровень адаптации и слабый функциональный резерв сердечно-сосудистой системы (ИР в диапазоне 85–94);

– 27 % имели плохие адаптационные возможности, выражающиеся нарушениями адаптации сердца к нагрузке (диапазон 95–111). Отличного показателя не выявлено ни у одного студента (таблица 2).

Коэффициент выносливости (КВ), показывающий степень привыкания к нагрузке, определяли по формуле Кваса. Данный функциональный показатель характеризует состояние сердца и сосудов, связывая частоту сердечных сокращений с пульсовым давлением. В норме КВ от 12 до 16 у.е. и характеризует выносливость ССС как удовлетворительную.

Как показали исследования, значения КВ, которые вошли в диапазон 12–16 у.е., показывают и характеризуют у всех испытуемых выносливость ССС как удовлетворительную. Выход из диапазона верхней границы нормы (менее 12 у.е.) свидетельствует об ослаблении ССС.

Для получения информации о характере реакции на нагрузку вычисляли показатель качества реакции (ПКР) по формуле профессора Б.П. Кушелевского с использованием данных пульсового давления до и после нагрузки, а также частоты сердечных сокращений до и после нагрузки за одну минуту.

Полученные результаты показателя качества реакции в пределах от 0,5 до 1,0 свидетельствуют о хорошем функциональном состоянии сердечно-сосудистой системы студентов. Отклонения в ту или иную сторону указывают на ухудшение функционального состояния сердечно-сосудистой системы и свидетельствуют о возможной потере работоспособности (таблица 3).

Таблица 3 – Показатели функционального состояния ССС

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ПД <sub>1</sub>	43	46	41	36	45	49	54	46	48	35	41	47	44	46	53
ПД <sub>2</sub>	47	52	39	60	58	49	60	56	66	40	43	51	48	48	56
ЧСС <sub>1</sub>	63	64	68	64	73	83	63	76	71	74	72	69	68	75	67
ЧСС <sub>2</sub>	86	81	78	77	75	80	82	82	77	79	84	82	84	80	82
КВ	13	15	14	15	15	16	16	16	16	14	14	15	14	15	15
ПКР	1,3	0,8	0,2	1,8	5,5	0,1	0,7	1,6	3	1	0,1	0,3	0,3	0,4	0,6

Полученные данные, характеризующие степень привыкания к нагрузке, входят в норму и оцениваются как удовлетворительные, а вот показатель качества реакции, характеризующий функциональное состояние сердечно-сосудистой системы и ее выносливость у некоторых испытуемых, указывает на возможные нарушения в работе сердца и сосудистой системы.

### Заключение

Таким образом, используя методы контроля физического развития и функционального состояния в период образовательного процесса, можно определять индивидуальные особенности резервных и адаптивных возможностей организма студентов, а также расширить информацию о степени работоспособности, что позволит грамотно проектировать нагрузки при обучении и проводить их индивидуальную коррекцию с целью планирования адекватных нагрузочных режимов. Совершенствование и оптимизация образовательного и учебно-воспитательного процесса с помощью данных методов контроля позволит исключить возможность негативных последствий состояний перетренированности и будет способствовать укреплению и формированию хороших адаптивных возможностей организма.

### Список литературы

1. Соловьев В.Н. Физическое здоровье как интегральный показатель уровня адаптации организма студентов к учебному процессу // Современные проблемы науки и образования. – 2005. – № 2. – С. 61–66.
2. Астахов Н.Э. Влияние физической культуры и спорта на работоспособность студента // Молодой ученый. – 2018. – № 46 (232). – С. 409–411.
3. Сергеева С.Д. Работа сердца и сердечно-сосудистой системы в стрессовых ситуациях // Бюллетень медицинских интернет-конференций. – 2014. – Т. 4, № 5. – С. 898.
4. Makivić B., Djordjević Nikić M., Willis M.S. Heart Rate Variability (HRV) as a Tool for Diagnostic and Monitoring Performance in Sport and Physical Activities // JEPonline. – 2013. – Vol. 16 (3). – P. 103–131.
5. Видова Т.А., Романова И.Н. Возможности применения технологий искусственного интеллекта в образовательном процессе // Образовательные ресурсы и технологии. – 2023. – № 1 (42). – С. 27–35.
6. Мокашева Ев.Н., Мокашева Ек.Н., Макеева А.В. Оценка воздействия стресса на степень адаптации сердечно-сосудистой системы и формирование невротических расстройств у студентов // Смоленский медицинский альманах. – 2020. – № 1. – С. 223–225.
7. Иванов С.А., Невзорова Е.В., Гулин А.В. Количественная оценка функциональных возможностей сердечно-сосудистой системы // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2017. – Т. 22, № 6-2. – С. 1535–1540.
8. Калугин А.Ю. О некоторых методических аспектах исследования индивидуальности человека // Психология. Психофизиология. – 2019. – Т. 12, № 2. – С. 29–40.
9. Баданов А.В. Влияние учебной нагрузки на умственное и физическое состояние студентов // Вестник Бурятского государственного университета. – 2011. – № 13. – С. 12–15.
10. Авилова И.А. Проблематика стресса и адаптации студентов при обучении в вузе // Азимут научных исследований: педагогика и психология. – 2023. – Т. 12, № 2 (43). – С. 125–128.
11. Галеев А.Р., Игшьева Л.Н., Казин Э.М. Вариабельность сердечного ритма у здоровых детей в возрасте 6–16 лет // Вестник Харьковского национального университета имени В.Н. Каразина. Серия «Медицина». – 2002. – № 3. – С. 35–40.
12. Кочина Е.Ю. Влияние комплексных ступенчатых нагрузок на показатели кардиореспираторной системы у студентов-спортсменов // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. – 2019. – № 1. – С. 207–218.
13. Минвалеев Р.С., Незнамова Т.Л. Основы составления индивидуальных оздоровительных программ // Методико-практические занятия по физической культуре и спорту / под ред. Ш.З. Хуббиева, С.Ш. Намозовой, Т.Л. Незнамовой. – СПб.: Изд-во С.-Петербургского ун-та, 2013. – С. 76–88.
14. Карабинская О.А., Изатулин В.Г., Макаров О.А., Калягин А.Н. Уровень тревожности как основной фактор адаптации студентов различных этнических групп к образовательной среде вуза // Сибирский медицинский журнал. – 2014. – Т. 127, № 4. – С. 78–80.

15. *Бальсевич В.К.* Спортивный вектор физического воспитания в российской школе. – М.: Теория и практика физ. культуры и спорта. – 2006. – С. 111.
16. *Горелик В.В.* Адаптация учащихся к физическим нагрузкам с учетом состояния регуляторных систем (типов вегетативной регуляции) на уроке физической культуры // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. – 2015. – № 2. – С. 32–40.
17. *Каташинская Л.И.* Функциональные показатели кардиореспираторной системы и физическая работоспособность студентов специальной медицинской группы // Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование. – 2015. – № 2. – С. 32–36.
18. *Автандилов А.Г., Федорова Н.В., Васильева С.Н., Мухтарова А.Н.* Оценка показателей вегетативного баланса и физической работоспособности у лиц молодого возраста // Здоровье и образование в XXI веке. – 2007. – № 2. – С. 41.

### References

1. *Solov'ev V.N.* Fizicheskoe zdorov'e kak integral'nyj pokazatel' urovnya adaptacii organizma studentov k uchebnomu processu // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. – 2005. – № 2. – S. 61–66.
2. *Astahov N.E.* Vliyanie fizicheskoy kul'tury i sporta na rabotosposobnost' studenta // Molodoj uchenyj. – 2018. – № 46 (232). – S. 409–411.
3. *Sergeeva S.D.* Rabota serdca i serdechno-sosudistoj sistemy v stressovyh situacijah // Byulleten' medicinskih internet-konferencij. – 2014. – Т. 4, № 5. – S. 898.
4. *Makivić B., Djordjević Nikić M., Willis M.S.* Heart Rate Variability (HRV) as a Tool for Diagnostic and Monitoring Performance in Sport and Physical Activities // JEPonline. – 2013. – Vol. 16 (3). – P. 103–131.
5. *Vidova T.A., Romanova I.N.* Vozmozhnosti primeneniya tekhnologij iskusstvennogo intellekta v obrazovatel'nom processe // Obrazovatel'nye resursy i tekhnologii. – 2023. – № 1 (42). – S. 27–35.
6. *Mokasheva Ev.N., Mokasheva Ek.N., Makeeva A.V.* Ocenka vozdejstviya stressa na stepen' adaptacii serdechno-sosudistoj sistemy i formirovanie nevroticheskikh rasstrojstv u studentov // Smolenskij medicinskij al'manah. – 2020. – № 1. – S. 223–225.
7. *Ivanov S.A., Nevzorova E.V., Gulin A.V.* Kolichestvennaya ocenka funkcional'nyh vozmozhnostej serdechno-sosudistoj sistemy // Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya: Estestvennye i tekhnicheskie nauki. – 2017. – Т. 22, № 6-2. – S. 1535–1540.
8. *Kalugin A.Yu.* O nekotoryh metodicheskikh aspektah issledovaniya individual'nosti cheloveka // Psihologiya. Psihofiziologiya. – 2019. – Т. 12, № 2. – S. 29–40.
9. *Badanov A.V.* Vliyanie uchebnoj nagruzki na umstvennoe i fizicheskoe sostoyanie studentov // Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2011. – № 13. – S. 12–15.
10. *Avilova I.A.* Problematika stressa i adaptacii studentov pri obuchenii v vuze // Azimut nauchnyh issledovanij: pedagogika i psihologiya. – 2023. – Т. 12, № 2 (43). – S. 125–128.
11. *Galeev A.R., Igisheva L.N., Kazin E.M.* Variabel'nost' serdechnogo ritma u zdorovyh detej v vozraste 6–16 let // Vestnik Har'kovskogo nacional'nogo universiteta imeni V.N. Karazina. Seriya «Medicina». – 2002. – № 3. – S. 35–40.
12. *Kochina E.Yu.* Vliyanie kompleksnyh stupenchatyh nagruzok na pokazateli kardiorespiratornoj sistemy u studentov-sportsmenov // Pedagogiko-psihologicheskie i mediko-biologicheskie problemy fizicheskoy kul'tury i sporta. – 2019. – № 1. – S. 207–218.
13. *Minvaleev R.S., Neznamova T.L.* Osnovy sostavleniya individual'nyh ozdorovitel'nyh programm // Metodiko-prakticheskie zanyatiya po fizicheskoy kul'ture i sportu / pod red. Sh.Z. Hubbieva, S.Sh. Namozovoj, T.L. Neznamovoj. – SPb.: Izd-vo S.-Peterburgskogo un-ta, 2013. – S. 76–88.
14. *Karabinskaya O.A., Izatulin V.G., Makarov O.A., Kalyagin A.N.* Uroven' trevozhnosti kak osnovnoj faktor adaptacii studentov razlichnyh etnicheskikh grupp k obrazovatel'noj srede vuza // Sibirskij medicinskij zhurnal. – 2014. – Т. 127, № 4. – S. 78–80.
15. *Bal'sevich V.K.* Sportivnyj vektor fizicheskogo vospitaniya v rossijskoj shkole. – М.: Teoriya i praktika fiz. kul'tury i sporta. – 2006. – S. 111.
16. *Gorelik V.V.* Adaptaciya uchashchihsya k fizicheskim nagruzkam s uchetom sostoyaniya reguljatornyh sistem (tipov vegetativnoj reguljacii) na uroke fizicheskoy kul'tury // Rossijskij mediko-biologicheskij vestnik imeni akademika I.P. Pavlova. – 2015. – № 2. – S. 32–40.

17. *Katashinskaya L.I.* Funkcional'nye pokazateli kardiorespiratornoj sistemy i fizicheskaya rabotosposobnost' studentov special'noj medicinskoj grupy // Vestnik Tyumenskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekologiya i prirodopol'zovanie. – 2015. – № 2. – S. 32–36.
18. *Avtandilov A.G., Fedorova N.V., Vasil'eva S.N., Muhtarova A.N.* Ocenka pokazatelej vegetativnogo balansa i fizicheskoy rabotosposobnosti u lic molodogo vozrasta // Zdorov'e i obrazovanie v XXI veke. – 2007. – № 2. – S. 41.