

ЭКОЛОГИЯ/ECOLOGY

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.158.78>**ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ И ГЕОМАГНИТНОЙ АКТИВНОСТИ НА ОРГАНИЗМ СТУДЕНТОВ**

Научная статья

Кирилова И.А.^{1,*}, Макаркина Н.В.², Сквородина А.В.³, Клыш Д.А.⁴¹ORCID : 0000-0002-5124-8247;³ORCID : 0009-0000-4188-6272;^{1, 2, 3, 4} Иркутский государственный университет, Иркутск, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (kirilova-i[at]mail.ru)

Аннотация

Объективными критериями оценки влияния климатических факторов и геомагнитной активности на организм человека являются артериальное давление и частота сердечных сокращений (ЧСС), которые могут охарактеризовать изменения функционального состояния организма в условиях меняющихся абиотических факторов. Здоровые люди в большинстве случаев легко переносят изменения погоды, так как адаптивные физиологические механизмы позволяют им приспосабливаться к любым метеоусловиям. Вместе с тем снижение эффективности этих механизмов приводит к возникновению отклонений от нормального функционирования в частности сердечно-сосудистой системы. В обследовании приняли участие 216 студентов первого курса педагогического института Иркутского государственного университета. У студентов в динамике определяли характеристики артериального давления и ЧСС с учетом природно-климатических условий. На основе полученных данных установлено, что колебания температуры воздуха, атмосферного давления и геомагнитной активности оказывают влияние на сердечно-сосудистую систему студентов, в частности на систолическое артериальное давление (САД) и частоту сердечных сокращений. Так, при повышении температуры окружающей среды у студентов отмечено понижение САД и учащение ЧСС. Пониженное атмосферное давление влечет за собой понижение САД у студентов вместе с повышением ЧСС. Анализ влияния колебаний геомагнитной активности (ГМА) на сердечно-сосудистую систему обследованных показал, что при повышении Кп-индекса наблюдается снижение САД, при этом ЧСС достоверно значимо выше при Кп-индексе 3 балла по сравнению с ГМА при Кп-индексе 2 и 4 балла. Однако, следует отметить, что колебания характеристик сердечно-сосудистой системы студентов находились в пределах нормальных значений, так как обследованные были условно здоровы. Данные колебания свидетельствуют о срабатывании адаптационных физиологических механизмов.

Ключевые слова: климатические факторы, геомагнитная активность, механизмы адаптации, сердечно-сосудистая система, студенты.

INFLUENCE OF CLIMATIC FACTORS AND GEOMAGNETIC ACTIVITY ON STUDENTS' HEALTH

Research article

Kirilova I.A.^{1,*}, Makarkina N.V.², Skovorodina A.V.³, Klysh D.A.⁴¹ORCID : 0000-0002-5124-8247;³ORCID : 0009-0000-4188-6272;^{1, 2, 3, 4} Irkutsk State University, Irkutsk, Russian Federation

* Corresponding author (kirilova-i[at]mail.ru)

Abstract

Objective criteria for assessing the impact of climatic factors and geomagnetic activity on the human body are blood pressure and heart rate (HR), which can characterise changes in the functional state of the body under changing abiotic factors. In most cases, healthy people easily tolerate changes in weather, as adaptive physiological mechanisms allow them to adapt to any weather conditions. At the same time, a decrease in the effectiveness of these mechanisms leads to deviations from normal functioning, in particular of the cardiovascular system. The study involved 216 first-year students at the Pedagogical Institute of Irkutsk State University. The students' blood pressure and heart rate were measured dynamically, taking into account natural and climatic conditions. Based on the obtained data, it was established that fluctuations in air temperature, atmospheric pressure and geomagnetic activity affect the cardiovascular system of students, in particular systolic blood pressure (SBP) and heart rate. Thus, when the ambient temperature increased, students experienced a decrease in SBP and an increase in HR. Lower atmospheric air pressure led to a decrease in SBP in students along with an increase in HR. An analysis of the impact of geomagnetic activity (GMA) fluctuations on the cardiovascular system of the subjects showed that an increase in the Kp index is accompanied by a decrease in SBP, while HR is significantly higher at a Kp index of 3 points compared to GMA at Kp indices of 2 and 4 points. However, it should be noted that the fluctuations in the characteristics of the cardiovascular system of the students were within normal limits, as the subjects were conditionally healthy. These fluctuations indicate the activation of adaptive physiological mechanisms.

Keywords: climatic factors, geomagnetic activity, adaptation mechanisms, cardiovascular system, students.

Введение

Многие исследования доказывают существенную связь между состоянием организма человека и изменениями таких погодных условий, как температура окружающей среды, влажность воздуха, атмосферное давление, скорость ветра, солнечная активность, геомагнитная активность и атмосферное электрическое поле [6], [10].

Установлено, что вышеперечисленные факторы в первую очередь оказывают существенное влияние на сердечно-сосудистую систему человека. Сердечно-сосудистая система является одной из наиболее чувствительных систем организма к изменениям погодных условий, во многом определяющей специфику, выраженность и направленность компенсаторно-приспособительных реакций к факторам среды [1], [5], [7].

Здоровые люди в большинстве случаев легко переносят изменения погоды, так как адаптивные физиологические механизмы позволяют им приспосабливаться к любым метеоусловиям, вместе с тем снижение эффективности этих механизмов приводит к возникновению различных реакций со стороны сердечно-сосудистой системы. Чаще всего они сопровождаются такими симптомами, как головные боли, раздражительность, депрессия и др. Развитие таких ответных реакций на влияние погоды обозначают как метеочувствительность [7], [10].

Из всего многообразия природных факторов, влияющих на функциональное состояние организма человека, сделан акцент на изучение воздействия температурных факторов, колебаний атмосферного давления и на эффект воздействия геомагнитной активности. По данным литературы, эти факторы наиболее универсальны и значимы.

Воздействие внешнего температурного фактора на сердечно-сосудистую систему реализуется через изменение тонуса кровеносных сосудов и системы гомеостаза. В научных публикациях описывается, что температурный фактор значимо влияет на состояние здоровья человека. Отмечено, что меняется не только климат на планете, но и реагирование человека в ответ на изменение погодных условий, в частности на повышение температуры окружающей среды [8].

Еще одним природно-климатическим фактором, оказывающим существенное влияние на сердечно-сосудистую систему, является атмосферное давление. По данным Всемирной организации здравоохранения, в частности «Мониторирования тенденций заболеваемости и смертности от сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) и факторов, их определяющих», атмосферное давление является самым значимым фактором среды, приводящим к обострению ССЗ [8].

В научной литературе за последние годы продемонстрировано многогранное влияние солнечной активности на сердце и сердечно-сосудистую систему человека. Её воздействие оказывает интенсивную нагрузку на миокард в период магнитной аномалии и способна нарушить функцию сердца [3]. В период магнитных бурь может нарушаться регуляция сердечной деятельности и снижаться сократительная способность сердца [4]. Также при неблагоприятной геомагнитной обстановке у здоровых людей достоверно повышается частота нарушений сердечного ритма, происходит уменьшение частоты сердечных сокращений и замедление капиллярного кровотока, что указывает на ухудшение микроциркуляции крови в сосудах [2], [3].

Эпидемиологические исследования, демонстрирующие влияние природно-климатических факторов окружающей среды на сердечно-сосудистую систему человека, обуславливают актуальность исследований в данной области и позволили сформулировать цель исследования: оценка влияния природно-климатических и гелиогеофизического факторов на сердечно-сосудистую систему студентов.

Методы и принципы исследования

С учетом цели и задач настоящего исследования проведена оценка влияния погодных факторов: температуры воздуха, атмосферного давления и геомагнитной активности на сердечно-сосудистую систему студентов. Данные метеофакторов были взяты из сервера «Гисметео».

В исследовании приняли участие 216 студентов первого курса педагогического института Иркутского государственного университета. Испытуемые были проинформированы о цели исследования и дали согласие на участие. У студентов обследованы характеристики артериального давления и частоты сердечных сокращений в динамике с учетом влияния на них природно-климатических факторов. Нормальными значениями артериального давления студентов, согласно возрасту первокурсников, считали 115/70 мм рт.ст., частоты сердечных сокращений — 60-90 уд./мин [9].

Статистический анализ проводили с помощью известных статистических методов и прикладных программ STATISTICA 10.0 Stat-Soft Inc., США. Оценку различий количественных показателей в изучаемых группах проводили параметрическими методами (вычисление М-взвешенной средней арифметической, среднеквадратичного отклонения (σ), достоверности различий средних величин по t-критерию Стьюдента). Различия сравниваемых показателей считали значимыми при $p \leq 0,05$.

Основные результаты

Анализ некоторых характеристик сердечно-сосудистой системы студентов в зависимости от температуры воздуха (таблица 1) позволил определить, что при наиболее высоких величинах температуры воздуха (+14 и +24 °C) систолическое артериальное давление студентов достоверно значимо было ниже ($109,10 \pm 1,21$ мм рт.ст.) по сравнению с периодами, когда температура воздуха составляла -6 и -4 °C ($113,39 \pm 1,10$ мм рт.ст.) и +5 и +7 °C ($115,17 \pm 1,20$ мм рт.ст.). Следовательно, как низкие температуры воздуха, так и высокие приводят к колебаниям САД студентов. В то время как оптимальной температурой воздуха для испытуемых была +5 и +7 °C, так как при данной температуре средние показатели систолического и диастолического артериального давления (ДАД) были нормальными.

Таблица 1 - Влияние температуры воздуха на сердечно-сосудистую систему студентов

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.158.78.1>

Показатели сердечно-сосудистой системы	Температура (°C)			P _{st}
	-6 и -4	+5 и +7	+14 и +24	
	1	2	3	
Систолическое артериальное давление, мм рт.ст.	113,39 ± 1,10	115,17 ± 1,20	109,10 ± 1,21	P ₁₋₃ =0,010 P ₂₋₃ =0,000
Диастолическое артериальное давление, мм рт.ст.	69,12 ± 0,60	70,93 ± 0,66	73,97 ± 6,15	P ≥ 0,05
Частота сердечных сокращений, уд/мин	76,59 ± 0,89	79,14 ± 1,20	84,89 ± 1,26	P ₁₋₃ =0,000 P ₂₋₃ =0,0

Примечание: P_{st} – коэффициент достоверности Стьюдента; M ± σ

Анализ характеристик частоты сердечных сокращений (ЧСС) при различных температурах окружающей среды показал, что при увеличении температуры воздуха у обследованных студентов учащался пульс. Так, при сравнительно высоких значениях температуры воздуха +14 и +24 °C частота сердечных сокращений у студентов была наиболее высокой и составила 84,89 ± 1,26 уд/мин, что достоверно значимо выше, чем при других диапазонах температур в среднем на 6–8 уд/мин (см. табл. 1). Однако следует отметить, что во все периоды исследования частота сердечных сокращений студентов находилась в диапазоне нормальных величин (60–90 уд./мин).

Сравнительный анализ влияния атмосферного давления воздуха на сердечно-сосудистую систему обследованных студентов (таблица 2) позволил установить, что при атмосферном давлении 723, 724 мм рт.ст. и 729 мм рт.ст. показатели артериального давления студентов не различались. В то время как при более низком атмосферном давлении воздуха 718, 720, 721 мм рт.ст. характеристики АД (110,26 ± 0,93 / 71,65 ± 3,59 мм рт.ст.) студентов достоверно значимо были снижены.

Таблица 2 - Влияние атмосферного давления на сердечно-сосудистую систему студентов

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.158.78.2>

Показатели сердечно-сосудистой системы	Атмосферное давление воздуха (мм.рт.ст.)			P _{st}
	718, 720, 721	723, 724	729	
	1	2	3	
Систолическое артериальное давление, мм рт.ст.	110,26 ± 0,93	115,17 ± 1,20	115,17 ± 1,67	P ₁₋₂ =0,001 P ₁₋₃ =0,008
Диастолическое артериальное давление, мм рт.ст.	71,65 ± 3,59	70,93 ± 0,66	69,93 ± 0,91	P > 0,05
Частота сердечных сокращений, уд/мин	81,50 ± 0,93	79,14 ± 1,20	76,32 ± 1,35	P ₁₋₃ =0,003

Примечание: P_{st} – коэффициент достоверности Стьюдента; M ± σ

Кроме того, при более низких значениях атмосферного давления (718, 720 и 721 мм рт.ст.) частота сердечных сокращений у обучающихся достоверно значимо была выше (81,50 ± 0,93 мм рт.ст.) по сравнению с характеристиками ЧСС (76,32 ± 1,35 мм рт.ст.), которые установлены при повышенном атмосферном давлении 729 мм рт.ст. (см. табл.2).

Оценка влияния геомагнитной активности (ГМА) на ССС (таблица 3) студентов показала, что при низких геомагнитных возмущениях (К_п-индекс = 2 балла), показатели АД студентов составили 115,52 ± 1,07 / 70,10 ± 0,58 мм

рт.ст., что является нормой для студентов-первокурсников. Однако, при увеличении ГМА наблюдали понижение САД, которое составило при Кп индексе=3 балла ($109,66 \pm 1,20$ мм рт.ст.), а при Кп индексе = 4 балла ($111,60 \pm 1,23$ мм рт.ст.). Таким образом, увеличение геомагнитных возмущений способствовало понижению систолического артериального давления.

Таблица 3 - Влияние геомагнитной активности на сердечно-сосудистую систему студентов

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.158.78.3>

Показатели сердечно-сосудистой системы	Геомагнитная активность (Кп-индекс)			P_{st}
	2 балла	3 балла	4 балла	
	1	2	3	
Систолическое артериальное давление, мм рт.ст.	$115,52 \pm 1,07$	$109,66 \pm 1,20$	$111,60 \pm 1,23$	$P_{1-2}=0,000$ $P_{1-3}=0,019$
Диастолическое артериальное давление, мм рт.ст.	$70,10 \pm 0,58$	$74,88 \pm 5,93$	$68,47 \pm 0,69$	$P > 0,05$
Частота сердечных сокращений, уд/мин	$78,54 \pm 0,99$	$83,72 \pm 1,26$	$77,47 \pm 1,10$	$P_{1-2}=0,001$ $P_{2-3}=0,000$

Примечание: P_{st} – коэффициент достоверности Стьюдента; $M \pm \sigma$

В то же время частота сердечных сокращений первокурсников (см. табл. 3) при Кп индексе = 3 балла составила $83,72 \pm 1,26$ уд/мин. и с высокой степенью достоверности ($P=0,000$) была выше, чем при Кп индексе = 2 балла ($78,54 \pm 0,99$ уд/мин.) и Кп индексе = 4 балла ($77,47 \pm 1,10$ уд/мин.). Тем не менее изменения характеристик ЧСС находились в пределах нормальных величин.

Закключение

Результаты проведенного исследования показали, что колебания температуры воздуха, атмосферного давления и геомагнитной активности оказывают влияние на сердечно-сосудистую систему студентов, в частности на систолическое артериальное давление и частоту сердечных сокращений.

Установлено, что при повышении температуры окружающей среды до $+14$ и $+24^{\circ}\text{C}$ у студентов достоверно значимо отмечено понижение систолического артериального давления ($109,10 \pm 1,21$ мм рт. ст.) и учащение частоты сердечных сокращений ($84,89 \pm 1,26$ уд/мин.). Достоверно значимые различия характеристик сердечно-сосудистой системы студентов при высокой температуре окружающей среды обусловлены механизмами адаптации. При увеличении температуры воздуха организм человека реагирует потоотделением — самым эффективным механизмом адаптации к высокой температуре окружающей среды, который позволяет увеличить выделение тепла из организма. Дилатация кожных сосудов обуславливает реакции, стимулирующие увеличение объема циркулирующей крови, при этом артериальное давление не изменяется, либо несколько снижается, а частота сердечных сокращений увеличивается.

Анализ влияния атмосферного давления на сердечно-сосудистую систему студентов показал, что при пониженном атмосферном давлении воздуха (718, 720 и 721 мм рт.ст.) наблюдалось достоверно значимое понижение систолического артериального давления студентов ($110,26 \pm 0,93$ мм рт.ст.), что сопровождалось одновременно учащением пульса ($81,50 \pm 0,93$ уд/мин). Авторы различных литературных источников утверждают, что в периоды с низким атмосферным давлением требуется соблюдать более строгий контроль артериального давления, так как выявлены убедительные корреляции между понижением атмосферного давления и увеличением числа случаев сердечно-сосудистых заболеваний [1], [8].

Оценка влияния колебаний геомагнитной активности на сердечно-сосудистую систему студентов позволила выявить, что при низком Кп индексе= 2 балла артериальное давление студентов было в норме. Тогда как при повышении Кп-индекса наблюдается снижение систолического артериального давления. При этом ЧСС достоверно значимо была выше при Кп-индексе=3 балла и составила $83,72 \pm 1,26$ уд/мин. В то время как при Кп индексе= 2 балла ЧСС составила $78,54 \pm 0,99$ уд/мин., а при Кп-индексе=4 балла - $77,47 \pm 1,10$ уд/мин. В научной литературе отмечено, что факторы геомагнитной активности не являются причиной патологических процессов в организме, скорее они выступают фактором риска, провоцируя обострения уже существующих хронических заболеваний. Однако в периоды интенсивного воздействия ГМА подвергается здоровое население [1].

В заключение необходимо отметить, что природно-климатические факторы вызывают ответные реакции со стороны сердечно-сосудистой системы в организме даже здорового человека, однако их негативное влияние, которое

обычно называется метеочувствительностью, в основном связано с пониженными адаптационными резервами организма.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Клепиков О.В., Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина, Воронеж
Российская Федерация
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.158.78.4>

Conflict of Interest

None declared.

Review

Klepikov O.V., N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin Air Force Academy, Voronezh Russian Federation
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.158.78.4>

Список литературы / References

1. Беляева В.А. Влияние метеофакторов на частоту повышения артериального давления. / В.А. Беляева // Медико-биологические аспекты оценки воздействия факторов риска. Анализ риска здоровью. — 2016. — 4. — С. 17–22.
2. Бобровницкий И.П. О влиянии системы времяисчисления на обращаемость за скорой медицинской помощью и субъективные показатели состояния здоровья населения в московском регионе. / И.П. Бобровницкий, М.Ю. Яковлев, Н.Г. Бадалов и др. // Russian Journal of Rehabilitation Medicine. — 2013. — 1. — С. 15–27.
3. Гурфинкель Ю.И. Ишемическая болезнь сердца и солнечная активность / Ю.И. Гурфинкель. — Москва: Эльф-3, 2004. — 168 с.
4. Дорошко Т.Н. Влияние гелиометеофакторов на показатели симпатической и парасимпатической активности по данным анализа вариабельности сердечного ритма у больных ишемической болезнью сердца с пароксизмальной мерцательной аритмией. / Т.Н. Дорошко // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. — 2005. — 5. — С. 6.
5. Заславская Р.М. Влияние метеорологических и геомагнитных факторов на сердечно-сосудистую систему. / Р.М. Заславская, Э.А. Щербань, М.М. Тейблум // International Independent Scientific Journal. — 2021. — 23. — С. 5–15.
- 6.
7. Кузнецова Ю.Т. Изучение метеотропных реакций организма. / Ю.Т. Кузнецова, И.А. Берсенева, С.Н. Барулина и др. // Технологии живых систем. — 2009. — 6. — С. 5–8.
8. Толстов П.В. Влияние гелиогеофизических и природно-климатических факторов на сердечно-сосудистую систему (обзор литературы). / П.В. Толстов, А.Н. Калягин, М.Б. Татаринова // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. — 2023. — 22. — С. 92–102.
9. Физиология человека и животных: учебно-методическое пособие / Сост. Е.В. Осипова. — Иркутск: ИНЦХТ, 2017. — 238 с.
10. Яковлев М.Ю. Основные механизмы, обуславливающие развитие метеотропных реакций. / М.Ю. Яковлев, М.М. Салтыкова, А.Д. Банченко // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. — 2018. — № 10. — С. 187–192.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Belyaeva V.A. Vliyanie meteofaktorov na chastotu povysheniya arterial'nogo davleniya [The effect of weather factors on the frequency of high blood pressure]. / V.A. Belyaeva // Medical and biological aspects of assessing the impact of risk factors. Health risk analysis. — 2016. — 4. — P. 17–22. [in Russian]
2. Bobrovniczkij I.P. O vliyaniy sistemy' vremyaischisleniya na obrashhaemost' za skoroy medicinskoj pomoshh'yu i sub'ektivny'e pokazateli sostoyaniya zdorov'ya naseleniya v moskovskom regione [On the impact of the time-keeping system on the demand for emergency medical care and subjective indicators of population health in the Moscow region]. / I.P. Bobrovniczkij, M.Yu. Yakovlev, N.G. Badalov et al. // Russian Journal of Rehabilitation Medicine. — 2013. — 1. — P. 15–27. [in Russian]
3. Gurfinkel' Yu.I. Ishemicheskaya bolezni' serdca i solnechnaya aktivnost' [Ischemic heart disease and solar activity] / Yu.I. Gurfinkel'. — Moscow: E'l'f-3, 2004. — 168 p. [in Russian]
4. Doroshko T.N. Vliyanie geliometeofaktorov na pokazateli simpaticheskoy i parasimpaticheskoy aktivnosti po dannym analiza variabel'nosti serdechnogo ritma u bol'ny'x ishemicheskoy bolezni'yu serdca s paroksizmal'noj merchatel'noj aritmiej [The effect of heliometeorological factors on indicators of sympathetic and parasympathetic activity based on the analysis of heart rate variability in patients with coronary heart disease and paroxysmal atrial fibrillation]. / T.N. Doroshko // Issues of balneology, physiotherapy, and therapeutic physical culture. — 2005. — 5. — P. 6. [in Russian]
5. Zaslavskaya R.M. Vliyanie meteorologicheskix i geomagnitny'x faktorov na serdechno-sosudistuyu sistemu [The effect of meteorological and geomagnetic factors on the cardiovascular system]. / R.M. Zaslavskaya, E'.A. Shherban', M.M. Tejblyum // International Independent Scientific Journal. — 2021. — 23. — P. 5–15. [in Russian]
- 6.
7. Kuzneczova Yu.T. Izuchenie meteotropny'x reakcij organizma [Studying the body's meteorotropic reactions]. / Yu.T. Kuzneczova, I.A. Berseneva, S.N. Barulina et al. // Technologies of living systems. — 2009. — 6. — P. 5–8. [in Russian]
8. Tolstov P.V. Vliyanie geliogeofizicheskix i prirodno-klimaticheskix faktorov na serdechno-sosudistuyu sistemu (obzor literatury) [The Influence of Heliogeophysical and Natural-Climatic Factors on the Cardiovascular System (Literature

Review)]. / P.V. Tolstov, A.N. Kalyagin, M.B. Tatarinova // Cardiovascular therapy and prevention. — 2023. — 22. — P. 92–102. [in Russian]

9. Fiziologiya cheloveka i zivotnyh: uchebno-metodicheskoe posobie [Human and Animal Physiology: Textbook and Methodological Guide] / Comp. by E.V. Osipova. — Irkutsk: INTC, 2017. — 238 p. [in Russian]

10. Yakovlev M.Yu. Osnovny'e mexanizmy', obuslavlivayushhie razvitie meteotropny'x reakcij [The main mechanisms that cause the development of meteotropic reactions]. / M.Yu. Yakovlev, M.M. Salty'kova, A.D. Banchenko // International Journal of Applied and Fundamental Research. — 2018. — № 10. — P. 187–192. [in Russian]