

Елена Александровна Сарф

Омский государственный педагогический университет,
научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории биохимии, Омск, Россия
e-mail: sarf_ea@omgpu.ru

Людмила Владимировна Бельская

Омский государственный педагогический университет, кандидат химических наук,
заведующая научно-исследовательской лабораторией биохимии, Омск, Россия
e-mail: belskaya@omgpu.ru

Александр Евгеньевич Руденко

Омский государственный педагогический университет, кандидат педагогических наук,
доцент кафедры информатики и методики обучения информатике, Омск, Россия
e-mail: rudenko-ae@omgpu.ru

Инновационный подход к прогнозу академической успеваемости студентов

Аннотация. В статье показано, что комбинирование биохимических показателей слюны и результатов психодиагностического тестирования позволяет прогнозировать академическую успеваемость студентов. Инновационный подход позволит сформировать группы риска и своевременно провести комплекс адаптационных мероприятий, направленных на улучшение успеваемости и сохранение контингента обучающихся.

Ключевые слова: успеваемость, учебная деятельность, психодиагностика, биохимический анализ, слюна.

Elena A. Sarf

Omsk State Pedagogical University, Researcher of the Research Laboratory of Biochemistry, Omsk, Russia
e-mail: sarf_ea@omgpu.ru

Lyudmila V. Belskaya

Omsk State Pedagogical University, Candidate of Chemical Sciences,
Head of the Research Laboratory of Biochemistry, Omsk, Russia
e-mail: belskaya@omgpu.ru

Alexander E. Rudenko

Omsk State Pedagogical University, Candidate of Pedagogical Sciences,
Associate Professor of the Department of Computer Science and Methods of Teaching Computer Science, Omsk, Russia
e-mail: rudenko-ae@omgpu.ru

An Innovative Approach to Predicting Students' Academic Performance

Abstract. The article shows that the combination of biochemical parameters of saliva and the results of psychodiagnostic testing makes it possible to predict the academic performance of students. The innovative approach will make it possible to form risk groups and timely carry out a set of adaptation measures aimed at improving academic performance and preserving the contingent of students.

Keywords: academic performance, educational activity, psychodiagnostics, biochemical analysis, saliva.

Введение (Introduction)

Одна из приоритетных задач в сложных современных реалиях страны — забота о здоровье студенческой моло-

дежи, формирующей будущий интеллектуальный потенциал России [1; 2]. В последние годы появилось множество исследований, позволяющих оценить и спрогнозировать

проблемы в учебной деятельности. Высокая академическая нагрузка, эмоциональное выгорание и адаптационные трудности могут стать причиной стресса и неуспеваемости для многих студентов [3]. В процессе обучения в вузе высока вероятность возникновения нервно-эмоционального напряжения, а увеличение объема получаемой информации, реорганизация учебных программ и постоянная модернизация учебного процесса приводят к ухудшению здоровья и развитию соматических заболеваний студентов. Стресс возникает в том случае, если давление извне превышает адаптивные возможности организма [4]. Понижение уровня стрессоустойчивости приводит к негативным изменениям во многих сферах деятельности студентов: поведенческой, эмоциональной и мотивационной, а также нарушает когнитивные функции, что ведет к академической неуспеваемости [5; 6; 7].

В настоящее время большинство исследований посвящено влиянию учебной нагрузки на психоэмоциональное состояние организма студентов, однако не менее важной является оценка изменения метаболических процессов в организме [8]. На фоне стресса возможно изменение электролитного баланса, обеспечивающего сосудистый тонус и гомеостаз [8], а также дисбаланс системы перекисное окисление липидов (ПОЛ) — антиоксидантная защита [9]. В условиях учебного процесса происходящие метаболические изменения в организме студентов удобно оценивать с использованием в качестве биологического материала слюны [10].

Традиционно уровень стресса определяют, опираясь на поведенческие и физиологические ответы. К методам оценки уровня стресса относят большое количество психодиагностических методик: методы наблюдения, опросы, анкетирования и тестирования [11]. Основным недостатком данных методов — субъективность. Поэтому для объективной оценки влияния стресса на организм необходим всесторонний подход и комплексный анализ как психофизиологических, так и биохимических маркеров.

Цель исследования — установить взаимосвязь биохимического состава слюны и стрессоустойчивости студентов с показателями успеваемости.

Методы (Methods)

В исследование включены 56 студентов 1-го курса факультета математики, информатики, физики и технологии Омского государственного педагогического университета (44 девочки, 12 мальчиков). У всех участников собирали образцы слюны в начале учебного года (сентябрь 2022 г.). После зимней сессии оценивали успеваемость учащихся путем расчета среднего балла по трем предметам. По результатам выделены три группы: высокая успеваемость (средний балл — выше 4), средняя успеваемость (средний балл — 4), низкая успеваемость (средний балл — ниже 4). У каждого участника исследования предварительно получено добровольное информированное согласие. В качестве биологического материала использовали слюну. Сбор проб слюны проводили натошак после полоскания рта водой в промежутке 8:00–10:00 утра путем сплевывания в стерильные полипропиленовые пробирки [12]. Образцы слюны

центрифугировали (7000 об/мин в течение 10 мин.), после чего сразу же проводили биохимический анализ без хранения и замораживания. Биохимические показатели слюны включали минеральный состав (калий, натрий, магний, кальций, хлориды, нитриты, нитраты), активность каталазы, содержание субстратов процессов перекисного окисления липидов (диеновые конъюгаты — ДК, триеновые конъюгаты — ТК, основания Шиффа — ОШ) [9; 13]. Во всех образцах определяли концентрацию кортизола и секреторного иммуноглобулина класса А (slgA) методом твердофазного иммуноферментного анализа.

Параллельно проводили анкетирование для определения интегрального показателя психической напряженности (ППН) в соответствии со шкалой PSM-25 Лемура — Тесье — Филлиона в модификации Н. Е. Водопьяновой [11].

Статистическую обработку проводили с использованием критерия Манна — Уитни, данные представлены в виде медианы, 25 и 75 процентилей. Для изучения корреляционных взаимосвязей применяли коэффициент ранговой корреляции Спирмена. Статистически значимыми считали различия с уровнем значимости $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение (Results and Discussion)

На первом этапе исследования проведено сравнение показателей успеваемости и уровня стресса (рис. 1А). Видно, что с ухудшением успеваемости уровень стресса студентов возрастает, и наоборот. Показано существование отрицательной корреляции средней силы между показателями успеваемости и уровнем стресса ($r = -0,3929$). Статистически значимые различия по уровню стресса отмечены между группами высокой и низкой успеваемости ($p = 0,0329$). Известно, что ситуации, связанные с учебой, а именно: зачеты, экзамены, коллоквиумы, играют важную роль в развитии стрессов, особенно у студентов 1–2-го курсов [6]. Помимо этого, эмоциональное напряжение вызывает лимит времени, предоставленный на подготовку, нарушается режим сна, привычный образ жизни, повышается уровень базовой тревожности обучающихся.

Следует обратить внимание на то, что согласно общепринятой шкале стресса все участники эксперимента имеют значение ППН ниже 100 баллов, что соответствует низкому уровню стресса. Таким образом, если оценивать показатели успеваемости только на основе данных психодиагностического тестирования, то выделить группу риска по неуспеваемости сложно.

В связи с этим возникает необходимость перехода к показателям, позволяющим разделить группы более объективно (рис. 1А, Б, В). Следует отметить, что интенсивное эмоциональное напряжение влияет на состояние организма. Так, при стрессе возрастает содержание «гормона стресса» — кортизола, нарушается функция транспорта кислорода к органам и тканям, что приводит к сбою процессов ПОЛ и изменению электролитного состава и вызывает общее ослабление организма. Одним из показателей здоровья является slgA, повышение которого указывает на формирование иммунной недостаточности [14]. Так, для slgA отмечен более высокий коэффициент корреляции с показателями успеваемости ($r = -0,6245$). Отмечено увеличение

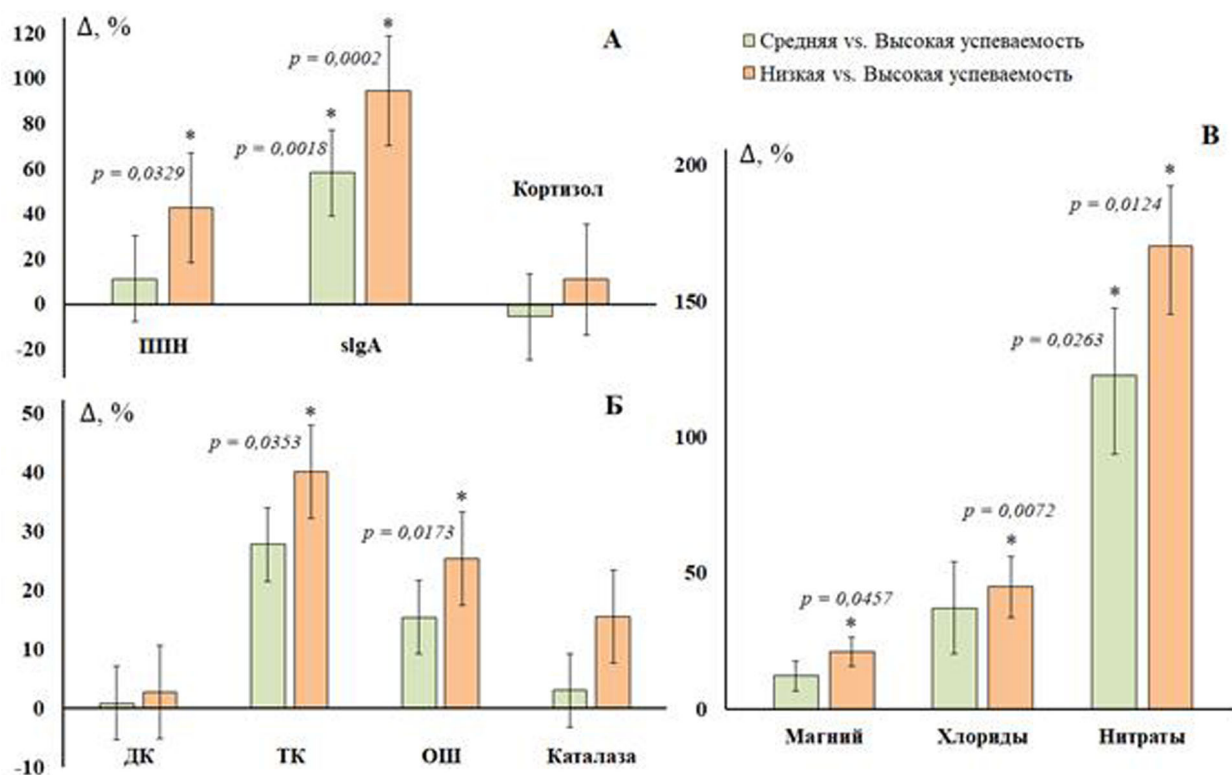


Рис. 1. Биохимические показатели слюны в зависимости от успеваемости студентов. Различия показаны в % относительно группы с высокой успеваемостью; * — различия статистически достоверны, $p < 0,05$

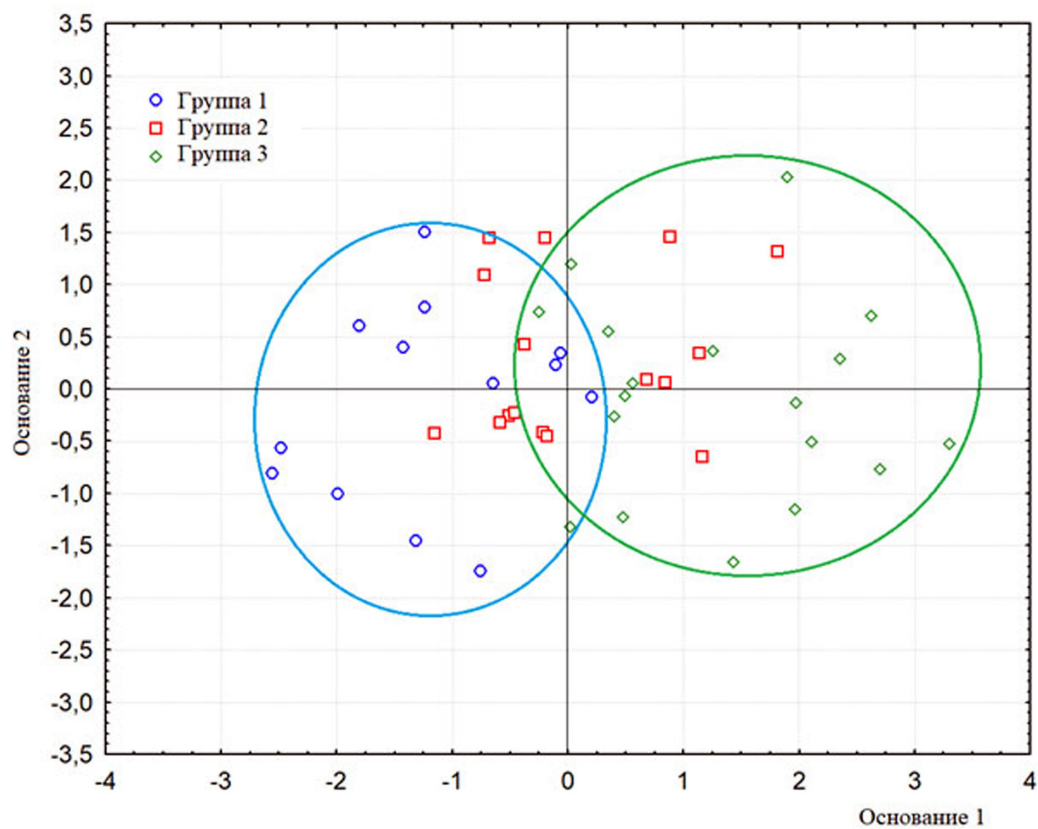


Рис. 2. Результаты дискриминантного анализа (группа 1 — высокая успеваемость, 2 — средняя успеваемость, 3 — низкая успеваемость)

уровня sIgA при ухудшении успеваемости (рис. 1А). При этом в группе с низкой успеваемостью выше уровень кортизола, что связано с более высоким уровнем стресса.

С ухудшением успеваемости растут показатели перекисного окисления липидов (рис. 1Б). Если для первичных продуктов липопероксидации (диеновых конъюгатов) увеличение составило 2,9 % по сравнению с высокой успеваемостью, то для вторичных продуктов (триеновые конъюгаты и основания Шиффа) рост составил 40,1 и 25,6 % соответственно. Этот процесс является результатом интенсификации свободно радикального окисления, при этом компенсаторно растет активность антиоксидантных ферментов, в частности каталазы (+15,6 % по сравнению с высокой успеваемостью).

Отмечено также изменение электролитного баланса (рис. 1В). Так, статистически значимо при ухудшении успеваемости растет уровень магния, хлоридов и нитратов в слюне (+21,0, +45,1 и +171,3 % по сравнению с высокой успеваемостью).

На следующем этапе исследования мы сопоставили данные биохимического анализа методом дискриминантного анализа (рис. 2). Показано, что вертикальная ось «0–0» разделяет между собой группы с высокой и низкой успеваемостью. Образцы, соответствующие средней успеваемости (квадраты на рис. 2) не выделяются отдельным полем на диаграмме, а смешиваются с другими группами. Таким образом, еще раз подчеркнута существование различий биохимического состава слюны между группами с высокой и низкой успеваемостью.

Отмечено, что успеваемость студентов влияет на их эмоциональное состояние [5; 7]. Так, успешно сданный экзамен,

зачет, получение отличных оценок стимулирует к более интенсивной учебной деятельности и повышает самооценку.

Важно отметить, что определение по биохимическим параметрам возможностей успеваемости студентов можно проводить в самом начале учебного процесса, что позволит наиболее эффективным способом провести адаптационные мероприятия. Проблему адаптации в образовательной среде относят к одной из серьезных социальных проблем, это сложный и ответственный период в жизни студентов. В этот кризисный момент жизни возникает необходимость изменения поведения к постоянно меняющимся условиям среды, мобилизация ресурсов организма, для разрешения возникающих противоречий: многократное увеличение интеллектуальной нагрузки при постоянном лимите времени, отсутствие понимания значимости теоретического материала, разнообразные источники информации и стремление к самостоятельности в отборе знаний, способах их приобретения. Биологические особенности человека определяют его успешность в освоении учебной деятельности, эффективности ее выполнения и обуславливают профессиональную пригодность [15].

Заключение (Conclusion)

Проведенные исследования показали, что на основе комплексного биохимического анализа слюны и психодиагностического тестирования можно своевременно прогнозировать успеваемость студентов и формировать группы риска. Адаптационные мероприятия, подобранные с учетом как психологических, так и метаболических особенностей обучающихся, помогут нивелировать влияние неблагоприятных факторов и повысить академическую успеваемость.

Библиографический список

1. Проскурякова Л. А., Лобыкина Е. Н. Структура и оценка эффективности мероприятий системы сохранения здоровья студентов // Гигиена и санитария. 2017. № 96 (1). С. 79–84. DOI: 10.18821/0016-9900-2017-96-1-79-84
2. Разумникова О. М., Асанова Н. В. Взаимосвязь факторов тормозного контроля, успешности обучения и сохранения здоровья студентов в условиях стрессовых нагрузок образовательного процесса // Экология человека. 2019. № 12. С. 46–52. DOI: 10.33396/1728-0869-2019-12-46-52
3. Галата О. С. Учебное упорство и жизнестойкость у студентов // European Journal of Education and Applied Psychology. 2020. № 1. С. 35–39. DOI: 10.29013/EJEAP-20-1-35-39
4. Новгородцева И. В., Мусихина С. Е., Пьянковская В. О. Учебный стресс у студентов-медиков: причины и проявления // Медицинские новости. 2015. № 8. С. 75–77.
5. Оценка психофизиологического потенциала в процессе адаптации к учебной деятельности / Н. А. Литвинова, В. И. Иванов, М. Г. Березина, В. В. Глебов // Психология. Психофизиология. 2021. № 2 (14). С. 108–122. DOI: 10.14529/jpps210211
6. Дегтярева Е. Т., Братцевская К. А. Влияние стресса на успеваемость и работоспособность студентов 2 курса Смоленского государственного медицинского университета // Смоленский медицинский альманах. 2020. № 1. С. 93–95.
7. Золотарева А. А. Апатия и академическая неуспеваемость студентов: результаты пилотажного лонгитюдного исследования // Сибирский психологический журнал. 2021. № 81. С. 187–200. DOI: 10.17223/17267081/81/9
8. Геворкян Э. С., Минасян С. М., Абраамян Э. Т. Уровень электролитов и оксида азота в слюне студентов при умственно-эмоциональном напряжении // Гигиена и санитария. 2014. № 4. С. 81–85.
9. Гаврилова О. А. Особенности процесса перекисного окисления липидов в норме и при некоторых патологических состояниях у детей (обзор литературы) // Acta Biomedica Scientifica. 2017. № 2 (4). С. 15–22. DOI: 10.12737/article_59fad50f919f18.64819381
10. Cohen M., Khalaila R. Saliva pH as a Biomarker of Exam Stress and a Predictor of Exam Performance // Journal of Psychosomatic Research. 2014. Vol. 77, issue 5. P. 420–425. DOI: 10.1016/j.jpsychores.2014.07.003
11. Водопьянова Н. Е. Психодиагностика стресса. СПб. : Питер, 2009. 329 с.
12. Bel'skaya L. V., Kosenok V. K., Sarf E. A. Chronophysiological Features of the Normal Mineral Composition of Human Saliva // Archives of Oral Biology. 2017. No. 82. P. 286–292. DOI: 10.1016/j.archoralbio.2017.06.024

13. Бельская Л. В., Сарф Е. А., Косенок В. К. Биохимия слюны: методы исследования : метод. пособие. Омск : Омск-бланкиздат, 2015. 70 с.
14. Оценка адаптационных возможностей, психологического статуса и уровня качества жизни современных подростков / М. Н. Калинин, И. А. Жмакин, Ю. А. Алексеева [и др.] // Современные исследования социальных проблем. 2014. № 44 (12). С. 309–327.
15. Рыжаев В. А., Хвостовой Д. В., Храмов Д. А. Некоторые аспекты адаптации студентов первого курса к процессу обучения // Символ науки. 2021. № 8 (1). С. 74–75.

References

- Bel'skaya L. V., Kosenok V. K., Sarf E. A. (2017) Chronophysiological Features of the Normal Mineral Composition of Human Saliva, *Archives of Oral Biology*, no. 82, pp. 286–292, doi: 10.1016/j.archoralbio.2017.06.024 (in English)
- Bel'skaya L. V., Sarf E. A., Kosenok V. K. (2015) *Biokhimiya slyuny: metody issledovaniya [Biochemistry of Saliva: Research Methods]**. Omsk, Omskblankizdat Publ., 70 p. (in Russian)
- Cohen M., Khalaila R. (2014) Saliva pH as a Biomarker of Exam Stress and a Predictor of Exam Performance, *Journal of Psychosomatic Research*, vol. 77, issue 5, pp. 420–425, doi: 10.1016/j.jpsychores.2014.07.003 (in English)
- Degtyareva E. T., Brattsevskaya K. A. (2020) Vliyaniye stressa na uspevaemost' i rabotosposobnost' studentov 2 kursa Smolenskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta [The Influence of Stress on the Performance and Workability of Students 2 of the Course of the Smolensk State Medical University], *Smolenskii meditsinskii al'manakh [Smolensk Medical Almanac]**, no. 1, pp. 93–95. (in Russian)
- Galata O. S. (2020) Uchebnoe uporstvo i zhiznestoikost' u studentov [Educational Persistence and Hardiness of University Students], *European Journal of Education and Applied Psychology*, no. 1, pp. 35–39, doi: 10.29013/EJEP-20-1-35-39 (in Russian)
- Gavrilova O. A. (2017) Osobennosti protsessa perekisnogo okisleniya lipidov v norme i pri nekotorykh patologicheskikh sostoyaniyakh u detei (obzor literatury) [Features of Lipid Peroxidation Process in Normal Conditions and in Various Pathological Conditions in Children (Review of Literature)], *Acta Biomedica Scientifica*, no. 2 (4), pp. 15–22, doi: 10.12737/article_59fad50f919f18.64819381 (in Russian)
- Gevorkyan Eh. S., Minasyan S. M., Abraamyan Eh. T. (2014) Uroven' ehlektrolitov i oksida azota v slyune studentov pri umstvenno-ehmotsional'nom napryazhenii [The Levels of Electrolytes and Nitric Oxide in Saliva of Students Under Mental-Emotional Exertion], *Gigiena i sanitariya [Hygiene & Sanitation]*, no. 4, pp. 81–85. (in Russian)
- Kalinkin M. N., Zhmakin I. A., Alekseeva Yu. A., Evstifeeva E. A., Denisova E. V., Andreeva O. V. (2014) Otsenka adaptatsionnykh vozmozhnostei, psikhologicheskogo statusa i urovnya kachestva zhizni sovremennykh podrostkov [Assessment of Adaptation Opportunities, Psychological Status and Level of Life Quality of Modern Teenagers], *Sovremennye issledovaniya sotsial'nykh problem [Modern Research of Social Problems]*, no. 44 (12), pp. 309–327. (in Russian)
- Litvinova N. A., Ivanov V. I., Berezina M. G., Glebov V. V. (2021) Otsenka psikhofiziologicheskogo potentsiala v protsesse adaptatsii k uchebnoi deyatel'nosti [Assessment of Psychophysiological Potential Under Adaptation to Educational Activity], *Psikhologiya. Psikhofiziologiya [Psychology. Psychophysiology]*, no. 2 (14), pp. 108–122, doi: 10.14529/jpps210211 (in Russian)
- Novgorodtseva I. V., Musikhina S. E., P'yankovskaya V. O. (2015) Uchebnyi stress u studentov-medikov: prichiny i proyavleniya [Training Stress of Medical Students: Causes and Manifestations]*, *Meditsinskie novosti [Medical News]**, no. 8, pp. 75–77. (in Russian)
- Proskuryakova L. A., Lobykina E. N. (2017) Struktura i otsenka ehffektivnosti meropriyatii sistemy sokhraneniya zdorov'ya studentov [Structure and Evaluation of the Effectiveness of Measures of the System of Preservation of Students' Health], *Gigiena i sanitariya [Hygiene & Sanitation]*, no. 96 (1), pp. 79–84, doi: 10.18821/0016-9900-2017-96-1-79-84 (in Russian)
- Razumnikova O. M., Asanova N. V. (2019) Vzaimosvyaz' faktorov tormoznogo kontrolya, uspehnosti obucheniya i sokhraneniya zdorov'ya studentov v usloviyakh stressovykh nagruzok obrazovatel'nogo protsessa [Relationship Between Inhibition Control Factors, Successful Training and Health of Students in the Conditions of Stress Loads of the Educational Process], *Ehkologiya cheloveka [Human Ecology]*, no. 12, pp. 46–52, doi: 10.33396/1728-0869-2019-12-46-52 (in Russian)
- Ryzhaev V. A., Khvostovoi D. V., Khramtsov D. A. (2021) Nekotorye aspekty adaptatsii studentov pervogo kursa k protsessu obucheniya [Some Aspects of Adaptation of First-Year Students to the Learning Process]*, *Simvol nauki [Symbol of Science]**, no. 8 (1), pp. 74–75. (in Russian)
- Vodop'yanova N. E. (2009) *Psikhodiagnostika stressa [Psychodiagnosics of Stress]**. Saint Petersburg, Piter Publ., 329 p. (in Russian)
- Zolotareva A. A. (2021) Apatiya i akademicheskaya neuspevaemost' studentov: rezul'taty pilotazhnogo longityudnogo issledovaniya [Apathy and Academic Failure Among Students: Results of a Pilot Longitudinal Study], *Sibirskii psikhologicheskii zhurnal [Siberian Journal of Psychology]*, no. 81, pp. 187–200, doi: 10.17223/17267081/81/9 (in Russian)

* Перевод названий источников выполнен авторами статьи / Translated by the authors of the article.