

УДК 574.24

DOI 10.25688/2076-9091.2020.38.2.5

**Н. К. Смагулов, П. С. Дмитриев,
Т. Н. Лысакова, А. М. Евневич,
А. А. Адилбекова, Н. В. Гитенис**

Влияние неблагоприятной экологической обстановки на уровень функционального напряжения организма преподавателей вузов

Статья посвящена исследованию влияния экологической обстановки на здоровье преподавателей вузов Республики Казахстан, проживающих в городах с различной степенью загрязнения атмосферного воздуха (Караганде и Петропавловске).

Ключевые слова: экология; преподаватели вузов; функциональное напряжение; возраст.

Введение

Изменение климата — это проблема уже сегодняшнего дня, относящаяся к различным аспектам жизнедеятельности всего населения [1]. В сравнении с другими неблагоприятными для здоровья населения факторами окружающей среды изменение климата труднее поддается контролю и оценке [2].

Основная часть вузов Республики Казахстан находится в крупных городах, где в большинстве своем за счет эмиссии вредных промышленных отходов сформирована неблагоприятная экологическая обстановка. Особенно высоко загрязнение атмосферного воздуха в таких городах, как Алматы, Караганда, Усть-Каменогорск, Шымкент и т. д. В частности, в Караганде индекс загрязнения атмосферы (ИЗА₅) был в пределах 6,0 ÷ 8,0, что в соответствии с критериальной оценкой свидетельствовало о высоком уровне загрязнения [3]. В Петропавловске ИЗА₅ был в пределах 3,4 ÷ 4,5, что позволяет говорить о низком уровне загрязнения [4].

Воздействие на биосферу факторов техногенного и антропогенного характера обуславливают сложные процессы, приводящие не только к деградации экосистем, но и к изменению состояния здоровья населения, в том числе и у преподавателей.

Цель работы: определить влияние неблагоприятной экологической обстановки на здоровье преподавателей вузов.

Материалы и методы исследования

При проведении исследования преподаватели были разделены по климато-экологическим критериям: первая группа преподавателей (основная), проживающая в зоне с резко континентальным климатом и высоким уровнем загрязнения (в Караганде), — 64 чел.; вторая группа преподавателей (контрольная), проживающая в зоне с резко континентальным климатом и низким уровнем загрязнения (в Петропавловске), — 62 чел.

Каждая группа обследуемых дополнительно делилась на три возрастные группы: 1) преподаватели в возрасте до 30 лет, 2) преподаватели в возрастном диапазоне 30–49 лет и 3) преподаватели в возрасте 50 и более лет.

Оценка физиологического статуса преподавателей выполнена по результатам определения состояния: 1) сердечно-сосудистой системы — систолическое (САД) и диастолическое (ДАД) артериальное давление, частота сердечных сокращений (ЧСС), индекс Руфье [5], математический анализ сердечного ритма [6]; 2) уровня умственной работоспособности, оцениваемого по корректурным таблицам В. Я. Анфимова — количество просмотренных (КПЗ), количество найденных знаков (КНЗ), число ошибок, сделанных во время выполнения теста, вычисление индекса внимания [7]; 3) диагностика функционального состояния ЦНС — определение критической частоты слияния световых мельканий (КЧСМ), хронорефлексометрия по показателям времени простой (ЗМР) и сложной зрительно-моторной (СЗМР) реакций [7].

Статистическая обработка проведена в программе STATICA 8,0 с расчетом среднеарифметического значения, средней ошибки ($M \pm m$), оценки достоверности по критерию Стьюдента (t) [8].

Результаты и их обсуждение

На современном этапе профессиональная деятельность преподавателей вузов сопровождается высокими информационными нагрузками, психофизиологическим и эмоциональным напряжением, ростом функционального напряжения всего организма [9].

Корректурная проба по таблице Анфимова является традиционным методом исследования, она позволяет судить о некоторых характеристиках умственной работоспособности, в частности утомляемости, упражняемости, темпе психической деятельности и т. д. [10].

Оценка результатов корректурных тестов у преподавателей показала снижение умственной работоспособности в возрастной динамике, о чем

свидетельствует уменьшение количества просмотренных (КПЗ) и найденных знаков (КНЗ) (рис. 1). При этом отмечались схожие тенденции, более выраженные у преподавателей Караганды. Если у преподавателей вузов Петропавловска достоверные снижения показателей умственной работоспособности (до 15,7 %, $p < 0,05$) отмечались во 2-й и 3-й возрастных группах, то у преподавателей вузов Караганды отмечалось снижение умственной работоспособности (до 21,8 %, $p < 0,05$) только в 3-й возрастной группе. Так, если у преподавателей Караганды в 3-й группе отмечалось снижение количества просмотренных (найденных) знаков до $333,2 \pm 20,3$ ($40,3 \pm 1,66$) знаков ($p < 0,05$) при исходном в 1-й возрастной группе (до 30 лет) $426,1 \pm 28,2$ ($49,5 \pm 3,49$) знаков, то у преподавателей Петропавловска снижение количества просмотренных (найденных) знаков в 3-й возрастной группе было до $365,1 \pm 18,8$ ($41,5 \pm 2,02$) знаков, при исходных значениях в 1-й возрастной группе $433,1 \pm 27,7$ ($51,3 \pm 4,35$) знаков ($p < 0,05$).

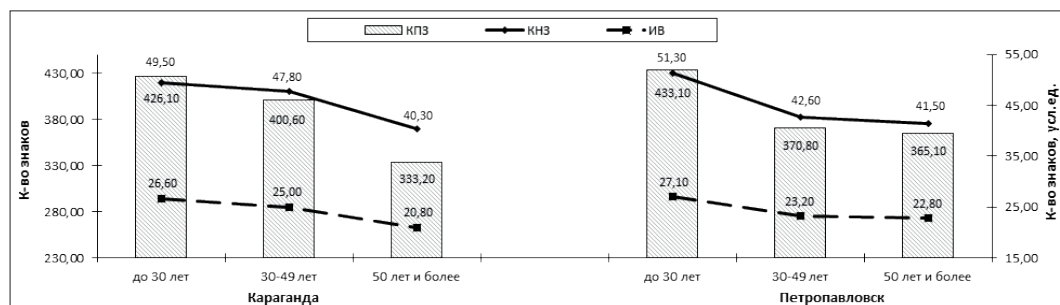


Рис. 1. Возрастная динамика количества просмотренных (КПЗ) и найденных знаков (КНЗ) и индекса внимания (ИВ) в зависимости от места жительства преподавателей

О снижении умственной работоспособности ЦНС свидетельствует динамика индекса внимания. Здесь также в возрастной динамике у преподавателей отмечалось достоверное его снижение в 3-й возрастной группе, более выраженное у преподавателей Караганды (21,8 %) по сравнению с преподавателями Петропавловска (15,8 %) ($p < 0,05$).

В то же время нельзя однозначно говорить о выраженном снижении эффективности умственной работоспособности у преподавателей вузов, поскольку ухудшение показателей умственной работоспособности отмечалось на фоне снижения качества выполнения тестирования. Об этом свидетельствует число допущенных ошибочных действий при выполнении теста (см. рис. 2). Количество ошибок у преподавателей Караганды в возрастной динамике увеличилось с $1,1 \pm 0,58$ знака в 1-й возрастной группе, до $2,23 \pm 0,59$ знаков во 2-й и $2,6 \pm 0,53$ знаков в 3-й возрастной группе ($p < 0,05$). У преподавателей Петропавловска число ошибок, допущенных при выполнении теста по таблицам Анфимова, было стабильно во всех возрастных группах — $2,0 \div 1,9$ знаков.

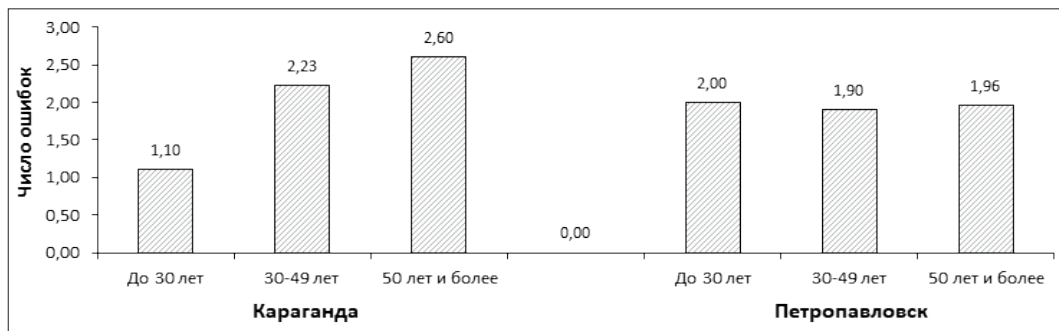


Рис. 2. Возрастная динамика числа ошибок, допущенных при выполнении теста в зависимости от места жительства преподавателей

Следовательно, у преподавателей Петропавловска снижение умственной работоспособности в возрастной динамике происходило на фоне стабильного фона концентрации внимания, чего не отмечалось у преподавателей Караганды. У данной группы преподавателей с увеличением возраста отмечалось не только снижение умственной работоспособности, но и снижение концентрации внимания, что свидетельствует о выраженном утомлении ЦНС по мере увеличения возраста.

Критическая частота слияния световых мельканий (КЧСМ), время зрительно-моторных реакций на простые и сложные звуковые раздражители (ЗМР и СЗМР) являются одними из ведущих информативных и распространенных приемов диагностики утомляемости ЦНС [11].

Как показали результаты исследования (рис. 3), значительное снижение КЧСМ в возрастной динамике отмечалось у преподавателей Караганды (на 20,4 % в 3-й возрастной группе по сравнению с 1-й возрастной группой, $p < 0,05$), у преподавателей же Петропавловска оно было минимальным (6,5 %).

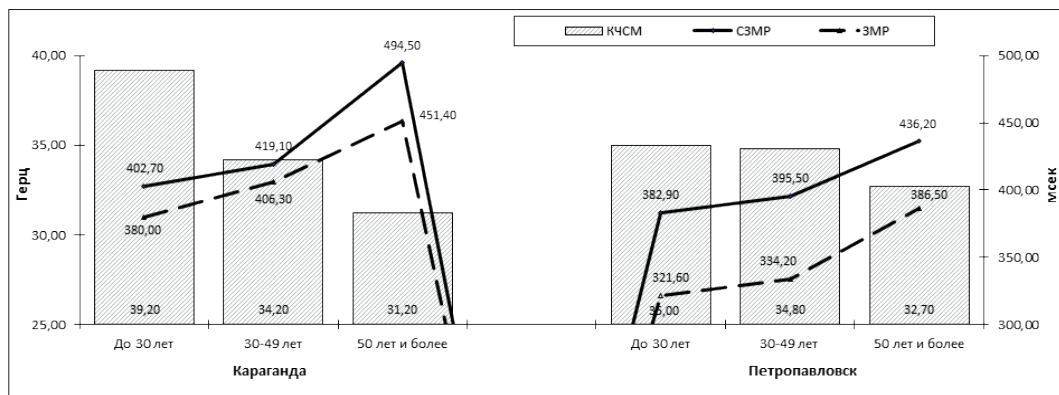


Рис. 3. Возрастная динамика КЧСМ, времени простой (ЗМР) и сложной (СЗМР) зрительно-моторной реакции в зависимости от места жительства преподавателей

По показателям рефлексометрических реакций у преподавателей изучаемых групп отмечаются выраженные различия в процессах утомления ЦНС в зависимости от возраста (рис. 3). Причем эта тенденция в динамике отмечалась более выражено у преподавателей Караганды. Так, если в 1-й возрастной группе время простой ЗМР (СЗМР) составляло в среднем $380,0 \pm 32,4$ ($402,7 \pm 35,1$) мсек, то во 2-й группе время реакции возросло до $406,3 \pm 55,1$ ($419,1 \pm 47,8$) мсек (недостаточно), в 3-й группе — $451,4 \pm 36,5$ ($494,5 \pm 34,8$) мсек ($p < 0,05$), что составляло 18,8 % (22,8 %) от исходного значения.

Как известно, удлинение латентного периода рефлексометрических реакций на звуковые раздражители является признаком инертности и ослабления раздражительного процесса, активации охранительного торможения в ЦНС. У преподавателей Петропавловска хоть и отмечалась подобная динамика в возрастном аспекте, но она была не так выражена и не имела статистически достоверных различий.

Следовательно, большие признаки утомления со стороны ЦНС отмечались у преподавателей Караганды, менее выраженные — у преподавателей Петропавловска.

Анализ результатов функционального напряжения сердечно-сосудистой системы в процессе образовательной деятельности показал выраженные различия в возрастной динамике у преподавателей вузов (рис. 4). Так, более выраженные и статистически достоверные сдвиги в сторону возрастания систолического и диастолического давления отмечались у преподавателей Караганды. Об этом свидетельствует процент прироста показателей в 3-й возрастной группе по сравнению с 1-й. Процент прироста у преподавателей Караганды систолического (диастолического) артериального давления составлял 19,5 % (23,1 %) ($p < 0,05$), у преподавателей Петропавловска — 6,3 % (10,0 %) ($p < 0,05$) соответственно. Увеличение уровней систолического

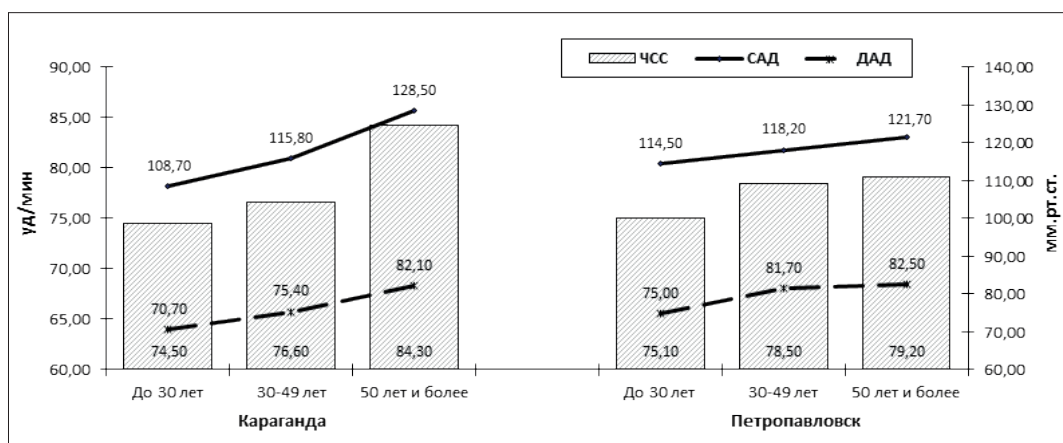


Рис. 4. Возрастная динамика систолического (САД) и диастолического (ДАД) давления, частоты пульса (ЧСС) в зависимости от места жительства преподавателей

и диастолического артериального давления у преподавателей не следует оценивать как патологию, поскольку даже наиболее высокий прирост, отмечаемый у преподавателей Караганды и Сургута, не достигает начальных критериев гипертонии.

Напряженность труда преподавателей, оцениваемая по частоте сердечных сокращений [12], в 1-й и 2-й возрастных группах соответствовала, согласно критериям, уровню хорошей напряженности труда (76–80 уд/мин), у преподавателей Петропавловска во 2-й возрастной группе она соответствовала удовлетворительной (81–90 уд/мин), а в 3-й возрастной группе у всех отмечалась удовлетворительная напряженность труда (см. рис. 4).

При физиологической оценке резервных возможностей организма преподавателей вузов использование пробы Мартине с дозированной физической нагрузкой и вычислением индекса Руфье позволяет выявить функциональные возможности организма в реальных условиях производственной деятельности, а также приспособляемость сердечно-сосудистой системы к различным видам нагрузок, дать оценку ее способности к восстановлению [5].

У преподавателей 1-й возрастной группы размах колеблемости индекса Руфье (рис. 5) находился в диапазоне $5,9 \div 6,14$ усл. ед., что соответствовало хорошей работоспособности, а во 2-й и 3-й возрастных группах — $6,18 \div 7,58$ усл. ед., т. е. удовлетворительной работоспособности [5]. Таким образом, оценка работоспособности, проведенная по двум критериям (ЧСС и индекс Руфье) показала идентичный результат — в 1-й возрастной группе — хорошая работоспособность, а в 3-й — удовлетворительная. При этом большие значения индекса Руфье отмечались у преподавателей Караганды.

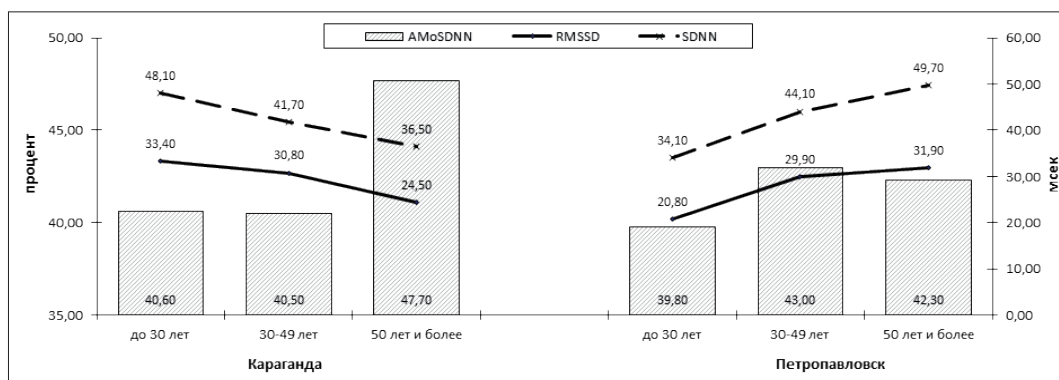


Рис. 5. Возрастная динамика амплитуды моды (АМоSDNN), стандартного отклонения (SDNN), RMSSD индекса работоспособности WAI в зависимости от места жительства преподавателей

Как показали результаты математического анализа сердечного ритма, по отдельным показателям у преподавателей вузов отмечалась достоверная динамика сердечных ритмов.

Наибольшее напряжение механизмов регуляции сердечных ритмов отмечалось у преподавателей Караганды (см. рис. 5), о чем свидетельствуют изменения в возрастной динамике у преподавателей среднеквадратичного отклонения последовательных R-R-интервалов (SDNN), стандартного отклонения разности последовательных R-R-интервалов (RMSSD) и амплитуды моды (AMoSDNN). Так, у преподавателей вузов Караганды возрастная динамика свидетельствует о преобладании активности симпатической вегетативной нервной системы (ВНС) над парасимпатической, что свидетельствует об активации эрготропной (энергозатратной) функции. У преподавателей вузов Петропавловска превалирует парасимпатическая ВНС над симпатической, что свидетельствует об активации трофотропной (энергосбережение) функции [13]. У преподавателей Караганды в 1-й и 2-й возрастных группах отмечалось снижение активности парасимпатической ВНС (RMSSD) — с $33,4 \pm 3,5$ и $30,8 \pm 3,18$ мсек соответственно до $24,1 \pm 3,17$ мсек ($p < 0,05$) в 3-й возрастной группе (до 27,9 %).

Показатель AMoSDNN (условный показатель активности симпатического звена регуляции) имел противоположную динамику — возрастал в 1-й возрастной группой Караганды с $40,6 + 1,53$ % до $47,7 + 1,85$ % ($p < 0,05$), в 3-й возрастной группе прирост составил 17,4 %.

При этом отмечалось снижение активности вегетативной регуляции кровообращения в возрастной динамике у данных групп преподавателей. Об этом свидетельствовала статистически достоверная отрицательная динамика стандартного отклонения полного массива кардиоинтервалов (SDNN), характеризующего суммарный эффект вегетативной регуляции кровообращения.

Процент снижения в 3-й возрастной группе показателя SDNN в среднем составлял 24,2 % ($p < 0,05$). У преподавателей Петропавловска отмечалась противоположная динамика — возрастание значений показателя SDNN в 3-й возрастной группе до 45,7 % ($p < 0,05$).

Анализ возрастной динамики индексов напряжения (SI) и централизации (IC) у преподавателей не выявил существенных различий между группой преподавателей Караганды и группой преподавателей Петропавловска (см. рис. 6). Если у 1-й группы отмечалось усиление в возрастной динамике напряжения регуляторных систем (по SI) за счет преобладания активности центральных механизмов регуляции над автономными и степени централизации управления сердечным ритмом (по IC) за счет преобладания активности центрального контура регуляции над автономным, то у 2-й группы отмечалось прямо противоположная динамика, направленная на постепенное снижение степени напряжения и централизации регуляторных систем.

Оценка состояния регуляторных механизмов по значениям показателя активности регуляторных систем (ПАРС) показала (см. рис. 6), что функциональное состояние преподавателей в 1-й и 2-й возрастных группах соответствует уровню «функциональное напряжение» (ПАРС = 4–5 усл. ед.), а в 3-й возрастной группе только у преподавателей Караганды оно соответствует уровню

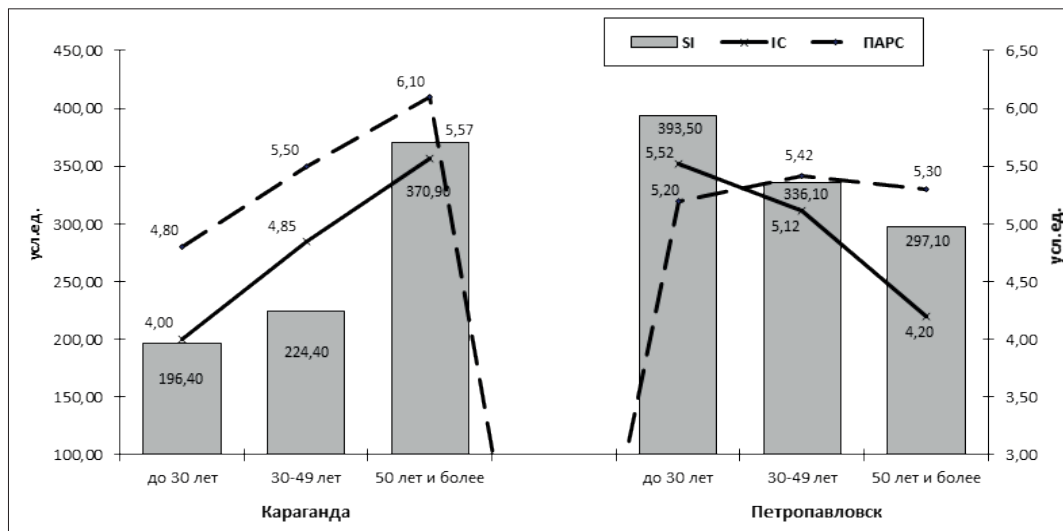


Рис. 6. Возрастная динамика индексов напряжения (SI), централизации (IC) и ПАРС в зависимости от места жительства преподавателей

«перенапряжение» (ПАРС = 6–7 усл. ед.), что обусловлено активацией защитных механизмов, в частности усилением активности систем — симпато-адреналовой и «гипофиз – надпочечники» [13].

Выводы

1. У преподавателей, проживающих в экологически неблагоприятном регионе (Караганда), с увеличением возраста отмечалось не только снижение умственной работоспособности, но и снижение концентрации внимания, что свидетельствует о нарастающем утомлении ЦНС по мере увеличения возраста. У преподавателей, проживающих в условно чистом регионе (Петропавловск), снижение умственной работоспособности в возрастной динамике происходило на фоне стабильного фона концентрации внимания.

2. Функциональное напряжение сердечно-сосудистой системы у преподавателей, проживающих в экологически неблагоприятном регионе (Караганда), отмечалось в сторону возрастания систолического и диастолического давления. Процент прироста артериального давления в 3-й возрастной группе по сравнению с 1-й группой у преподавателей Караганды составлял 18,2–27,1 %, минимальным он был у преподавателей Петропавловска — 6,3–10,0 % ($p < 0,05$) соответственно.

3. Оценка работоспособности по частоте пульса, индексу Руфье показала идентичный результат — в 1-й возрастной группе наблюдалась хорошая, а в 3-й — удовлетворительная работоспособность. Во 2-й возрастной группе

только у преподавателей Петропавловска она соответствовала удовлетворительной, у остальных была хорошая работоспособность.

4. Физиологические механизмы возрастных сдвигов работоспособности у преподавателей, проживающих в экологически неблагоприятном регионе, осуществлялись по следующей схеме: адаптационный процесс характеризовался напряжением механизмов регуляции за счет преобладания симпатического звена ВНС над парасимпатическим, активации центрального уровня управления сердечным ритмом, т. е. активации эрготропной затратной функции, в то время как у преподавателей, проживающих в условно чистом регионе, наоборот, наблюдалось преобладание парасимпатического звена над симпатическим и ослабление центрального уровня управления сердечным ритмом — активация трофотропной функции (энергосбережения и питания).

Литература

1. Байшоланов С. С., Габбасова М. С., Бултеков Н. У. Гармонический анализ температуры воздуха для оценки влияния изменения климата на экосистемы // Гидрометеорология и экология. 2018. № 1. С. 14–27.
2. Лиходумова И. Н., Белецкая Н. П., Липчанская М. А. Антропогенные факторы риска для здоровья населения урбанизированных территорий // Экологическая безопасность урбанизированных территорий в условиях устойчивого развития: мат-лы III Междунар. научно-практ. конф. Астана, 2008. С. 155–158.
3. Гребенева О. В., Алешина Н. Ю., Смагулов Н. К. Современная оценка загрязнения атмосферного воздуха в г. Караганде // Медицина и экология. 2018. № 3 (88). С. 26–31.
4. Гребенева О. В., Смагулов Н. К., Шадетова А. Ж. и др. Изменение климата и современная экологическая обстановка в г. Петропавловск // Гигиена труда и медицинская экология. 2018. № 4 (61). С. 28–39.
5. Буйкова О. М., Булнаева Г. И. Функциональные пробы в лечебной и массовой физической культуре: учебное пособие / ИГМУ Минздрава России, курс лечебной физкультуры и спортивной медицины, кафедра физического воспитания. Иркутск: ИГМУ, 2017. 24 с.
6. Баевский Р. М., Берсенева А. П. Введение в донозологическую диагностику. М.: Фирма «Слово», 2008. 220 с.
7. Гуштурова И. В. Практикум по возрастной физиологии: для студентов институтов физической культуры и спорта. 2-е изд., пер. и доп. Ижевск: Удмуртский университет, 2018. 140 с.
8. Кочетов А. Г., Лянг О. В., Масенко В. П. Методы статистической обработки медицинских данных: методические рекомендации для ординаторов и аспирантов медицинских учебных заведений, научных работников. М.: РКНПК, 2012. 42 с.
9. Стреляева О. П., Рапиев Р. А., Макушкина О. М. Особенности физиологической адаптации преподавателей к профессионально-педагогической деятельности в условиях модернизации образовательного процесса // Здоровье и образование в XXI веке. 2017. № 8. С. 147–149.
10. Агеева А. В., Скороходова А. А. Оценка умственной работоспособности при помощи таблицы Анфимова // Россия молодая: мат-лы X Всероссийской науч.-

практ. конф. молодых ученых (г. Кемерово, 24–27 апреля 2018 г.). Кемерово, 2018. С. 131–134.

11. *Халфина Р. Р., Халфин Р. М.* Динамика критической частоты слияния световых мельканий при зрительном утомлении у пользователей персональными компьютерами в ходе реабилитационных мероприятий // *Современные проблемы науки и образования*. 2012. № 6. [Электронный ресурс]. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=7609> (дата обращения: 23.10.2019).

12. *Аверьянов В. С., Виноградова О. В., Капустин К. Г.* и др. Функциональное состояние операторов и его системотехнические детерминанты // *Физиология человека*. 1984. Т. 10. № 1. С. 23–30.

13. *Baevski R. M., Shlik N. I.* Heart rate variability: Theoretical aspects and practical use // *Abstract of All-Russian symposium UdGU. Izhevsk*, 2008. P. 344.

Literatura

1. *Bajsholanov S. S., Gabbasova M. S., Bultekov N. U.* Garmonicheskij analiz temperatury` vozduxa dlya ocenki vliyaniya izmeneniya klimata na e`kosistemy` // *Gidrometeorologiya i e`kologiya*. 2018. № 1. S. 14–27.

2. *Lixodumova I. N., Belecckaya N. P., Lipchanskaya M. A.* Antropogenny`e faktory` riska dlya zdorov`ya naseleniya urbanizirovanny`x territorij // *E`kologicheskaya bezopasnost` urbanizirovanny`x territorij v usloviyax ustojchivogo razvitiya: mat-ly` III Mezhdunar. nauchno-prakt. konf. Astana*, 2008. S. 155–158.

3. *Grebeneva O. V., Aleshina N. Yu., Smagulov N. K.* Sovremennaya ocenka zagryazneniya atmosfernogo vozduxa v g. Karagande // *Medicina i e`kologiya*. 2018. № 3 (88). S. 26–31.

4. *Grebeneva O. V., Smagulov N. K., Shadetova A. Zh.* i dr. Izmenenie klimata i sovremennaya e`kologicheskaya obstanovka v g. Petropavlovsk // *Gigiena truda i medicinskaya e`kologiya*. 2018. № 4 (61). S. 28–39.

5. *Bujkova O. M., Bulnaeva G. I.* Funkcional`ny`e proby` v lechebnoj i massovoj fizicheskoj kul`ture: uchebnoe posobie / IGMU Minzdrava Rossii, kurs lechebnoj fizkul`tury` i sportivnoj mediciny`, kafedra fizicheskogo vospitaniya. Irkutsk: IGMU, 2017. 24 s.

6. *Baevskij R. M., Berseneva A. P.* Vvedenie v donozologicheskuyu diagnostiku. M.: Firma «Slovo», 2008. 220 s.

7. *Gushturova I. V.* Praktikum po vozrastnoj fiziologii: dlya studentov institutov fizicheskoj kul`tury` i sporta. 2-e izd., per. i dop. Izhevsk: Udmurtskij universitet, 2018. 140 s.

8. *Kochetov A. G., Lyang O. V., Masenko V. P.* Metody` statisticheskoy obrabotki medicinskix dannyx: metodicheskie rekomendacii dlya ordinatorov i aspirantov medicinskix uchebny`x zavedenij, nauchny`x rabotnikov. M.: RKNPK, 2012. 42 s.

9. *Strelyaeva O. P., Rapiev R. A., Makushkina O. M.* Osobennosti fiziologicheskoy adaptacii prepodavatelej k professional`no-pedagogicheskoy deyatel`nosti v usloviyax modernizacii obrazovatel`nogo processa // *Zdorov`e i obrazovanie v XXI veke*. 2017. № 8. S. 147–149.

10. *Ageeva A. V., Skoroxodova A. A.* Ocenka umstvennoj rabotosposobnosti pri pomoshhi tabliczy` Anfimova // *Rossiya molodaya: mat-ly` X Vserossijskoj nauch.-prakt. konf. molody`x ucheny`x* (g. Кемерово, 24–27 апреля 2018 г.). Кемерово, 2018. С. 131–134.

11. *Xalfina R. R., Xalfin R. M.* Dinamika kriticheskoj chastoty` sliyaniya svetovy`x mel`kanij pri zritel`nom utomlenii u pol`zovatelej personal`ny`mi komp`yuterami v xode reabilitacionny`x meropriyatij // *Sovremenny`e problemy` nauki i obrazovaniya*. 2012. № 6. [E`lektronny`j resurs]. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=7609> (data obrashheniya: 23.10.2019).

12. *Aver`yanov V. S., Vinogradova O. V., Kapustin K. G.* i dr. Funkcional`noe sostoyanie operatorov i ego sistemotexnicheskie determinanty` // *Fiziologiya cheloveka*. 1984. T. 10. № 1. S. 23–30.

13. *Baevski R. M., Shlik N. I.* Heart rate variability: Theoretical aspects and practical use // *Abstract of All-Russian symposium UdGU. Izhevsk*, 2008. P. 344.

*N. K. Smagulov, P. S. Dmitriev,
T. N. Lysakova, A. M. Evnevich,
A. A. Adilbekova, N. V. Gitenis*

The Influence of Adverse Environmental Conditions on the Level of Funcional Stress by the Bodies of University Professors

The article is dwells upon research of the impact of the environmental situation on the health of university professors of the Republic of Kazakhstan living in the cities with varying degrees of the pollution level of the atmos-phere air (Karaganda and Petro-pavlovsk).

Keywords: ecology; university teachers; functional stress; age.