

К.А. Баттакова^{1,*}, А.Б. Сансызбаева¹, О.В. Останин²

¹Евразийский Национальный Университет имени Л.Н. Гумилева, Казахстан, Астана

²Алтайский государственный университет, Россия, г. Барнаул

*e-mail: kamila3.08@mail.ru

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КОРРЕЛЯЦИОННОЙ ВЗАИМОСВЯЗИ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ И СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ КАРАГАНДИНСКОЙ ОБЛАСТИ

В этой статье исследуются содержание тяжелых металлов в почве, характеристик поверхностных водоемов, уровень выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух по городским и сельским территориям Карагандинской области. Рассмотрены результаты изучения особенностей заболеваемости населения по классам болезней, проживающего в различных микроклиматических условиях за 2011-2021 годы. Корреляционный анализ выявил статистически значимые положительные достоверные связи между уровнем свинца в почве и болезнями крови, кроветворных органов и отдельных нарушений с вовлечением иммунного механизма ($r=0,609$ ($p=0,028$)), уровнем меди в почве и болезнями мочеполовой системы ($r=0,567$ ($p=0,049$)), болезнями уха и сосцевидного отростка ($r=0,633$ ($p=0,028$)); уровнем SO_2 в атмосферном воздухе и болезнями глаз ($r=0,633$ ($p=0,028$)), кожи и подкожной клетчатки ($r=0,567$ ($p=0,049$)), уха и сосцевидного отростка ($r=0,633$ ($p=0,028$)); уровнем NO_2 в атмосферном воздухе и болезнями системы кровообращения ($r=0,567$ ($p=0,049$)), эндокринными болезнями ($r=0,700$ ($p=0,015$)); уровнем пыли, взвешенных веществ и болезнями кожи и подкожной клетчатки ($r=0,618$ ($p=0,033$)), инфекционными и паразитарными болезнями ($r=0,618$ ($p=0,033$)). Наибольшие показатели заболеваемости отмечены в городах Жезказган, Караганда, Темиртау, Шахтинск, Абай и Нурынском районе, Каркаралинском районе, Абайском районе Карагандинской области с вредным воздействием потенциальных производственных факторов промышленных предприятий горнодобывающей и металлургической промышленности ТОО «Корпорация Казахмыс», АО «Арселор Миттал», Балхашского горно-металлургического комбината.

Ключевые слова: почва, водоемы, атмосферный воздух, загрязнители, география заболеваемости, мониторинг, корреляционный анализ, население, Карагандинская область.

K.A. Battakova^{1,*}, A.B. Sansyzbayeva¹, O.V. Ostanin²

¹L.N. Gumilyov Eurasian National University, Kazakhstan, Astana

²Altai State University, Russia, Barnaul

*e-mail: kamila3.08@mail.ru

Geographical aspects of the correlation between the morbidity of the population and the state of environmental objects in the Karaganda region

This article examines the content of heavy metals in the soil, the characteristics of surface reservoirs, the level of emissions of pollutants into the atmospheric air in urban and rural areas of the Karaganda region. The results of studying the peculiarities of morbidity of the population by classes of diseases living in various microclimatic conditions for 2011-2021 are considered. Correlation analysis revealed statistically significant positive reliable links between the level of lead in the soil and diseases of the blood, hematopoietic organs and individual disorders involving the immune mechanism ($r=0,609$ ($p=0,028$)), the level of copper in the soil and diseases of the genitourinary system ($r=0,567$ ($p=0,049$)), diseases of the ear and mastoid process ($r=0,633$ ($p=0,028$)); the level of SO_2 in the atmospheric air and diseases of the eyes ($r=0,633$ ($p=0,028$)), skin and subcutaneous tissue ($r=0,567$ ($p=0,049$)), ear and mastoid process ($r=0,633$ ($p=0,028$)); the level of NO_2 in the atmospheric air and diseases of the circulatory system ($r=0,567$ ($p=0,049$)), endocrine diseases ($r=0,700$ ($p=0,015$)); the level of dust, suspended solids and diseases of the skin and subcutaneous tissue ($r=0,618$ ($p=0,033$)), infectious and parasitic diseases ($r=0,618$ ($p=0,033$)). The highest incidence rates were noted in the cities of Zhezkazgan, Karaganda, Temirtau, Shaktinsk, Abay and Nurinsky district, Karkaraly district, Abai district of Karaganda region with the harmful effects of potential production factors of industrial enterprises of the mining and metallurgical industry Kazakhmys Corporation LLP, Arcelor Mittal JSC, Balkhash Mining and Metallurgical Combine.

Key words: soil, reservoirs, atmospheric air, pollutants, geography of morbidity, monitoring, correlation analysis, population, Karaganda region.

¹Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қазақстан, Астана

²Алтай мемлекеттік университеті, Ресей, Барнаул қ.

*e-mail: kamila3.08@mail.ru

Қарағанды облысының халқы мен қоршаған орта объектілерінің жай-күйі арасындағы корреляциялық өзара байланыстың географиялық аспектілері

Бұл мақалада топырақтағы ауыр металдардың құрамы, жер үсті су айдындарының сипаттамалары, Қарағанды облысының қалалық және ауылдық аумақтары бойынша атмосфералық ауаға ластаушы заттардың шығарылу деңгейі зерттеледі. 2011-2021 жылдары әртүрлі микроклиматтық жағдайларда өмір сүретін аурулар кластары бойынша халық сырқаттанушылығының ерекшеліктерін зерделеу нәтижелері қаралды. Корреляциялық талдау топырақтағы қорғасын деңгейі мен қан, қан түзетін мүшелер аурулары мен иммундық механизмді қамтитын жеке бұзылулар арасындағы статистикалық маңызды оң сенімді байланыстарды анықтады ($r=0,609$ ($p=0,028$)), топырақтағы мыс деңгейі және несеп-жыныс жүйесінің аурулары ($r=0,567$ ($p=0,049$)), құлақ және мастоидты процестің аурулары ($r=0,633$ ($p=0,028$)); атмосфералық ауадағы SO_2 деңгейі және көз аурулары ($r=0,633$ ($p=0,028$)), тері және тері астындағы тін ($r=0,567$ ($p=0,049$)), құлақ және мастоидты процесс ($r=0,633$ ($p=0,028$)); атмосфералық ауадағы NO_2 деңгейі және қанайналым жүйесінің аурулары ($r=0,567$ ($p=0,049$)), эндокриндік аурулар ($r=0,700$ ($p=0,015$)); шаң, суспензия және тері мен тері астындағы тіндердің аурулары ($r=0,618$ ($p=0,033$)), жұқпалы және паразиттік аурулар ($r=0,618$ ($p=0,033$)). Жезқазған, Қарағанды, Теміртау, Шахтинск, Абай қалаларында және Нұра ауданында, Қарқаралы ауданында, Қарағанды облысының Абай ауданында «Қазақмыс корпорациясы» ЖШС, «Арселор Миттал» АҚ, Балқаш тау-кен металлургия комбинатының тау-кен өндіру және металлургия өнеркәсібі кәсіпорындарының әлеуетті өндірістік факторларының зиянды әсерімен сырқаттанушылықтың ең жоғары көрсеткіштері атап өтілді.

Түйін сөздер: топырақ, су айдындары, атмосфералық ауа, ластағыштар, сырқаттанушылық географиясы, мониторинг, корреляциялық талдау, халық, Қарағанды облысы.

Введение

В настоящее время актуальность приобретают исследования в области медико-географической оценки, в задачу которых входит поиск взаимосвязей между географическими свойствами территории и здоровьем населения (Малхазова, 2001: 235). Так, экстремальные температуры, как высокие, так и низкие, связаны с повышенным риском смертности от сердечно-сосудистых заболеваний; теплый климат повышает восприимчивость к заболеваниям, переносимыми комарами; установлена связь между воздействием мелкодисперсных твердых частиц $Pm_{2,5}$ и заболеваемостью деменцией; отмечены антропогенные воздействия на климат, геологию, экосистемы планеты и здоровье человечества (The Lancet Healthy Longevity, 2003: 1-53; Romanello et al, 2022: 1619-1654). Изменение климата угрожает здоровью и благополучию человека, воздействуя на погоду, экосистемы, подверженность экстремальным явлениям, изменяют пригодность окружающей среды для передачи инфекционных заболеваний, перемещения населения, психическое здоровье людей (Field et al, 2014: 1132; Watts et al, 2021: 129-170; Hayward, 2021: 29; Kelman et al, 2021: 16; Royal College of Psychiatrists, 2021).

Общественное здоровье остается одним из важнейших индикаторов качества жизни и социально-экономического благосостояния общества (Abubakar et al, 2022: 1155-1200). Построение современных оценок общественного здоровья осуществляется на основе разнообразных параметров, характеризующих показатели продолжительности жизни, заболеваемости, смертности и др. (Погорелов, 2021: 25-78; Малышева, 2016: 121-131). При этом такой основополагающий показатель, как заболеваемость, являющийся основным предметом в эпидемиологии инфекционных и неинфекционных заболеваний, является предметом изучения состояния здоровья (Савилов, 2018: 274-278). Одним из инструментов, позволяющих проводить комплексную и интегральную медико-географическую оценку регионов по этим показателям, является пространственный анализ и визуализация многолетних данных медицинской статистики по заболеваемости населения (Королева, 2016: 92; Ватлина, 2011: 9-92).

Следует отметить, что около 90% преждевременной смертности от таких заболеваний, как рак, инсульт, болезни сердца, легких, связаны с большими объемами выбросов от объектов промышленного производства, отопления в частных домах, транспорта и сельского хозяйства, еже-

дневно десять из девяти человек сутками дышат загрязненным воздухом (ВОЗ, 2019).

На территории Республики Казахстан наблюдается значительное разнообразие природных и антропогенных ландшафтов и существует высокий техногенный груз на окружающую среду в промышленно развитых регионах, что представляет научный интерес медико-географического анализа в геоэкологических исследованиях (Гладкевич, 2014: 57-69; Битюкова, 2016: 57-80; Клепиков, 2018: 68-92). Созданная в республике еще в 1990 годах, система единого социально-гигиенического мониторинга, затрагивает все административные уровни и позволяет с помощью их анализа получать прогнозно-интегральные оценки экологической ситуации регионов в целях управления рисками здоровью населения (Здоровье населения Республики Казахстан, 2023). Различные исследования, основанные на объективных медико-демографических данных, свидетельствуют о неблагоприятном экологическом состоянии территории Карагандинской области, что обусловлено антропогенными факторами, которые нередко превышают экологические возможности окружающей среды, нарушают ее нормальное функционирование и оказывают негативное влияние на существование человека (Намазбаева, 2015: 11-14; Куролап, 2006: 220; Филатов, 2010: 34-38; Battakova, 2022: 23-37). По данным авторов (Min, 2017: 647-656; Turvainen, 2014: 1-9; Gascon et al, 2016: 60-67; Markevych et al, 2017: 301-317; Pereira et al, 2012: 466; Chen et al, 2020: 8; Rojas-Rueda, 2019: 469-477), одним из путей поиска методов минимизации неблагоприятного воздействия экологических факторов на население, является озеленение района, зеленые насаждения оказывают благотворное воздействие на здоровье, ускоренное восстановление, улучшение воспринимаемого благополучия, снижение сердечно-сосудистых заболеваний и психического здоровья.

Целью настоящего исследования явилось изучение географии территориального распространения заболеваний среди населения Карагандинской области Республики Казахстан и расчет корреляционной зависимости от состояния почвенных покровов, водных сред и атмосферного воздуха.

Материалы и методы

Работа выполнена на основе материалов медицинской статистики Республики Казахстан по демографии и заболеваемости взрослого на-

селения, Статистических сборников Министерства здравоохранения РК «Здоровье населения Республики Казахстан и деятельность организаций здравоохранения», Карагандинского филиала РГП «Республиканский центр электронного здравоохранения» МЗРК, Института общественного здравоохранения и профессионального здоровья НАО «Медицинский университет Караганды», Национальных докладов Министерства экологии, геологии и природных ресурсов РК «О состоянии окружающей среды и об использовании природных ресурсов Республики Казахстан», официальные данные Бюро национальной статистики, РГП «Информационно-аналитический центр охраны окружающей среды», а также информации местных исполнительных органов, общественных объединений, неправительственных и международных организаций Офис программ ОБСЕ в Нур-Султане, Программа развития ООН в Казахстане, Международный Фонд спасения Арала (МФСА), Германское общество по международному сотрудничеству (GIZ) в Казахстане, Ассоциация сохранения биоразнообразия Казахстана (АСБК).

Оценка и мониторинг за загрязнением почвы тяжелыми металлами в городах Абай, Балхаш, Жезказган, Караганда, Каражал, Приозерск, Сарань, Сатпаев, Темиртау, Топар, Шахтинск; в районах Абайский, Актогайский, Бухар-Жырауский, Жанааркинский, Каркаралинский, Нуринский, Осакаровский, Улытауский, Шетский Карагандинской области проводились на основании полученных материалов Национальных докладов о состоянии окружающей среды и об использовании природных ресурсов РК, ежегодных отчетов филиала РГП «Казгидромет» по Карагандинской области, информационных бюллетеней о состоянии окружающей среды Карагандинской области Министерства экологии, геологии и природных ресурсов РК, лабораторных данных Карагандинского филиала РГП «Национальный центр экспертизы» Комитета санитарно-эпидемиологического контроля министерства здравоохранения РК. Проводился отбор проб почв для определения мышьяка, свинца, меди, кадмия, цинка, хрома по контрольным точкам. Отбор проб почвы проводили согласно ГОСТ 17.4.4.02-84 «Отбор проб почвы для химического анализа». Исследуемый период для анализа полученных показателей географии влияния техногенеза на накопление тяжелых металлов в почвах Карагандинской области составил с 2011 по 2021 годы.

Оценка и мониторинг качества поверхностных вод на территории Карагандинской области проводились по Единой системе классификации воды в водных объектах, утвержденной приказом Председателя Комитета по водным ресурсам Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан от 9 ноября 2016 года №151. Показатели атмосферного воздуха формируются в соответствии с «Методикой формирования показателей статистики окружающей среды», утвержденной Приказом и.о. председателя Комитета по статистике МНЭ РК от 25 декабря 2015 года №223.

Данные материалы содержат информацию за период с 2011 по 2021 годы о состоянии здоровья и качестве окружающей среды, состоянии природных ресурсов и охраняемых природных территорий, а также тенденциях их изменения, приводятся наиболее острые экологические проблемы, меры государственного регулирования природопользования, их эффективность и позволяют проследить последствия влияния антропогенных факторов на состояние экосистем.

Для выявления статистических различий и определения степени взаимосвязей между относительными движениями двух переменных по группам рассчитывали коэффициент корреляции (r), определяли статистическую взаимосвязь двух или более случайных величин, либо величин, которые можно с некоторой допустимой степенью точности считать таковыми, при этом изменения значений одной или нескольких из этих величин сопутствуют систематическому изменению значений другой или других величин. Математической мерой корреляции двух случайных величин служит корреляционное отношение, либо коэффициент корреляции. В случае если изменение одной случайной величины не ведёт к закономерному изменению другой случайной величины, но приводит к изменению другой статистической характеристики данной случайной величины, то подобная связь не считается корреляционной, хотя и является статистической (Гмурман, 2004: 479). Зависимость уровня загрязнения от изучаемого периода изучалось с применением коэффициента корреляции по Тау- b Кендалла (r_{xy}), статистически значимыми принимались значения $p < 0,05$

Дизайн исследования: нами проведено ретроспективное когортное исследование для из-

учения распространенности заболеваемости, его причин, корреляционного анализа. Результаты обрабатывали с использованием пакета прикладных программ Statistica 5.5.

Результаты и обсуждение

Полученные результаты свидетельствуют, что доминирующие значения по показателю заболеваемости на 100 тыс. населения среди городского населения Карагандинской области установлены в городах Караганда, Шахтинск, Жезказган, Абай, Темиртау (Рисунок 1). Исследование общей заболеваемости по классам болезней выявило, что болезни органов дыхания (x_1) занимают первое ранговое место в структуре среднемноголетнего уровня заболеваемости, показатель имеет следующие значения: по г.Абай 9774,5; г.Балхаш – 6538,9; г.Жезказган – 10183,4; г.Караганда – 12509,4; г.Каражал – 9890,7; г.Приозерск – 7350,2; г.Сарань – 6960,2; г.Сатпаев – 5686,8; г.Темиртау – 8975,3; г.Топар – 8828,9; г.Шахтинск – 10481,5.

Травмы и отравления (x_2) занимают второе ранговое место, показатель составил по г.Абай 10224,3; г.Балхаш – 2838,2; г.Жезказган – 3932,9; г.Караганда – 6495,1; г.Каражал – 6612,03; г.Приозерск – 2132,2; г.Сарань – 4532,2; г.Сатпаев – 4177,8; г.Темиртау – 6633,1; г.Топар – 3219,2; г.Шахтинск – 7620,8.

Третье ранговое место в структуре заболеваемости – за болезнями мочеполовой системы (x_3), показатель составил по г.Абай 3664,3; г.Балхаш – 1965,3; г.Жезказган – 3270,7; г.Караганда – 4926,9; г.Каражал – 3036,8; г.Приозерск – 2020,7; г.Сарань – 2047,4; г.Сатпаев – 1897,8; г.Темиртау – 3065,0; г.Топар – 1839,6; г.Шахтинск – 5320,7.

Наибольшие значения отмечены также по болезням системы кровообращения (x_4) – г.Абай 4444,1; г.Балхаш – 1836,2; г.Жезказган – 3468,9; г.Караганда – 3309,7; г.Каражал – 2235,0; г.Приозерск – 1554,7; г.Сарань – 2009,0; г.Сатпаев – 1233,3; г.Темиртау – 2658,9; г.Топар – 2441,9; г.Шахтинск – 3505,1 и болезням костно-мышечной системы и соединительной ткани (x_5) – г.Абай 2901,4; г.Балхаш – 830,1; г.Жезказган – 3168,6; г.Караганда – 2228,4; г.Каражал – 1842,6; г.Приозерск – 1298,9; г.Сарань – 1049,3; г.Сатпаев – 555,2; г.Темиртау – 2097,8; г.Топар – 1417,7; г.Шахтинск – 2515,7.

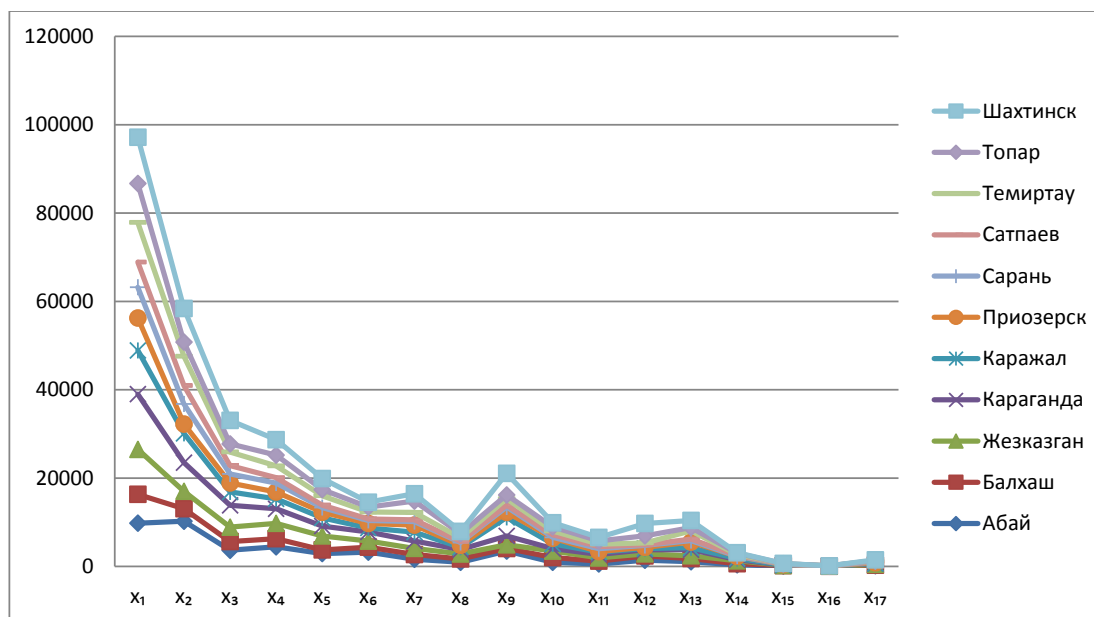


Рисунок 1 – Среднеголетний уровень заболеваемости по классам болезней

на 100 тыс. городского населения Карагандинской области, период 2011 по 2021 гг. (среднее/mean)

Примечание: Группы заболеваний: x_1 – болезни органов дыхания, x_2 – травмы и отравления, x_3 – болезни мочеполовой системы, x_4 – болезни системы кровообращения, x_5 – болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани, x_6 – болезни глаза, x_7 – болезни органов пищеварения, x_8 – эндокринные болезни, x_9 – болезни кожи и подкожной клетчатки, x_{10} – болезни нервной системы, x_{11} – новообразования, x_{12} – инфекционные и паразитарные болезни, x_{13} – болезни уха и сосцевидного отростка, x_{14} – болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения с вовлечением иммунного механизма; x_{15} – психические расстройства и расстройства поведения, x_{16} – врожденные аномалии, x_{17} – психические расстройства и расстройства поведения, связанные с употреблением психоактивных веществ.

Благополучные территории по наименьшему показателю среднеголетнего уровня заболеваемости по классам болезней на 100 тыс. городского населения Карагандинской области определены по г.Сарань – болезни органов дыхания 6960,2; травмы и отравления 4532,2; болезни мочеполовой системы 2047,4; болезни системы кровообращения 2009,0; болезни костно-мышечной системы 1049,3; г.Сатпаев – болезни органов дыхания 5686,8; травмы и отравления 4177,8; болезни мочеполовой системы 1897,8; болезни системы кровообращения 1233,3; болезни костно-мышечной системы 555,2; г.Топар – болезни органов дыхания 8828,9; травмы и отравления 3219,2; болезни мочеполовой системы 1839,6; болезни системы кровообращения 2441,9; болезни костно-мышечной системы 1417,7.

Изучение аналогичных показателей среди сельского населения Карагандинской области, показало следующее (Рисунок 2).

Доминирующие значения по показателю заболеваемости на 100 тыс. населения среди сель-

ского населения Карагандинской области установлены в Нуринском районе, Абайском районе, Каркаралинском районе. Исследование общей заболеваемости по классам болезней выявило, что болезни органов дыхания (x_1) занимают первое ранговое место в структуре среднеголетнего уровня заболеваемости, показатель имеет следующие значения: по Абайскому району 11776,7; Актогайский район – 7729,2; Бухар-Жырауский район – 8996,2; Жанааркинский район – 4313,8; Каркаралинский район – 12542,7; Нуринский район – 14733,8; Осакаровский район – 10588,6; Улытауский район – 4504,01; Шетский район – 6195,1.

Травмы и отравления (x_2) занимают второе ранговое место, показатель составил по Абайскому району 8340,8; Актогайский район – 2548,8; Бухар-Жырауский район – 2174,5; Жанааркинский район – 2215,6; Каркаралинский район – 4536,2; Нуринский район – 5387,6; Осакаровский район – 3166,3; Улытауский район – 1287,1; Шетский район – 1945,2.

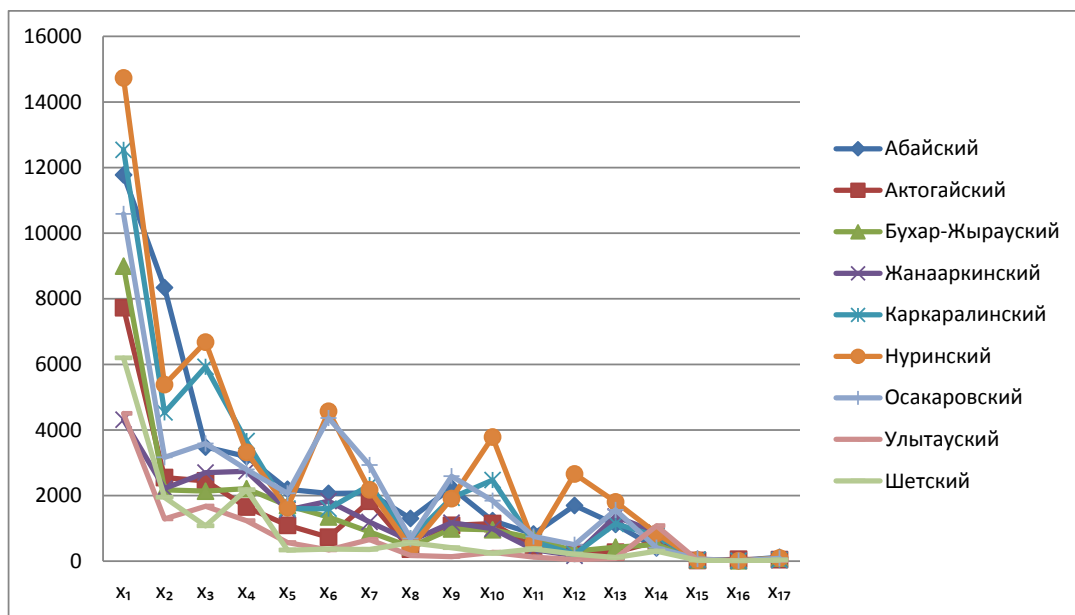


Рисунок 2 – Среднегодовой уровень заболеваемости по классам болезней

на 100 тыс. сельского населения Карагандинской области, период 2011 по 2021 гг. (среднее/mean)

Примечание: Группы заболеваний: x_1 – болезни органов дыхания, x_2 – травмы и отравления, x_3 – болезни мочеполовой системы, x_4 – болезни системы кровообращения, x_5 – болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани, x_6 – болезни глаза, x_7 – болезни органов пищеварения, x_8 – эндокринные болезни, x_9 – болезни кожи и подкожной клетчатки, x_{10} – болезни нервной системы, x_{11} – новообразования, x_{12} – инфекционные и паразитарные болезни, x_{13} – болезни уха и сосцевидного отростка, x_{14} – болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения с вовлечением иммунного механизма; x_{15} – психические расстройства и расстройства поведения, x_{16} – врожденные аномалии, x_{17} – психические расстройства и расстройства поведения, связанные с употреблением психоактивных веществ.

Третье ранговое место в структуре заболеваемости – за болезнями мочеполовой системы (x_3), показатель составил по Абайскому району 3479,4; Актогайский район – 2448,9; Бухар-Жырауский район – 2136,4; Жанааркинский район – 2702,0; Каркаралинский район – 5929,4; Нуринский район – 6680,7; Осакаровский район – 3589,2; Улытауский район – 1675,4; Шетский район – 1076,0.

Благополучные территории по наименьшему показателю среднегодового уровня заболеваемости по классам болезней на 100 тыс. сельского населения Карагандинской области определены по Улытаускому району – болезни органов дыхания 4504,01; травмы и отравления 1287,1; болезни мочеполовой системы 1675,4; болезни системы кровообращения 1232,3; болезни костно-мышечной системы 566,2; Шетский район – болезни органов дыхания 6195,1; трав-

мы и отравления 1945,2; болезни мочеполовой системы 1076,0; болезни системы кровообращения 2177,8; болезни костно-мышечной системы 336,6; Актогайский район – болезни органов дыхания 7729,2; травмы и отравления 2548,8; болезни мочеполовой системы 2448,9; болезни системы кровообращения 1650,6; болезни костно-мышечной системы 1094,1.

Анализ проведенной характеристики почвенного покрова за период с 2011 по 2021 годы показал значительные различия по территории Карагандинской области. Наиболее загрязнена почва в г. Балхаш, концентрация свинца составила 649,463 мг/кг с превышением ПДК в 20 раз, меди – 98,268 мг/кг с превышением ПДК в 33 раз, кадмия – 14,409 мг/кг с превышением ПДК в 28 раз, цинка – 295,309 мг/кг с превышением ПДК в 12 раз, хрома – 8,5009 с превышением ПДК в 1,4 раз (Рисунок 3).

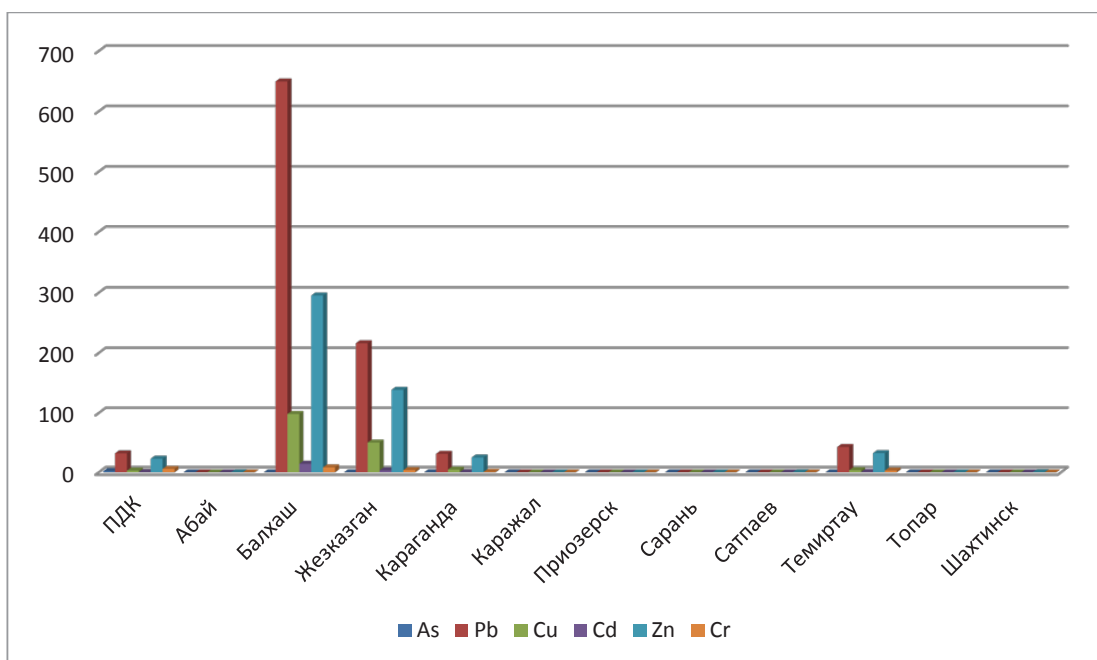


Рисунок 3 – Среднеголетний уровень содержания тяжелых металлов в почве (мг/кг) по городам Карагандинской области, период 2011 по 2021 гг. (среднее/mean)

Превышение содержания тяжелых металлов отмечено в г. Жезказган во всех пробах почвы, отобранных в различных районах города, среднее содержание свинца – 216,034 мг/кг с превышением ПДК в 6 раз, меди – 50,241 мг/кг с превышением ПДК в 16 раз, кадмия – 3,273 мг/кг с превышением ПДК в 6 раз, цинка – 138,790 мг/кг с превышением ПДК в 6 раз, хрома – 3,761. Наибольшие показатели также выявлены в г.Караганда по показателю меди – 4,758 мг/кг, цинка – 25,072 мг/кг и в г.Темиртау превышено содержание свинца – 42,71, цинка – 32,2909.

В остальных городах Карагандинской области РК концентрация всех определяемых загрязняющих веществ в пробах почвенного покрова не превышает предельно допустимые концентрации. Так, в г. Абай среднее содержание свинца в почве составило 0,0027 мг/кг, меди – 0,03 мг/кг, цинка 0,218 мг/кг; в г.Каражал среднее содержание мышьяка в почве составило 0,1226 мг/кг, свинца – 0,0581 мг/кг; в г. Приозерск среднее

содержание мышьяка в почве составило 0,00093 мг/кг, свинца – 0,0137 мг/кг, меди 0,0049 мг/кг; в г.Сарань среднее содержание свинца в почве составило 0,0225мг/кг; в г.Сатпаев среднее содержание свинца в почве составило 0,0026 мг/кг, меди – 0,0027 мг/кг, цинка 0,2636 мг/кг; в г.Топар среднее содержание свинца в почве составило 0,01048 мг/кг; в г.Шахтинск среднее содержание мышьяка в почве составило 0,0055 мг/кг, свинца – 0,0067 мг/кг, меди – 0,0024 мг/кг, цинка 0,3727 мг/кг.

В пробах почвы, отобранных в различных районах сельской местности Карагандинской области, отмечено, что концентрация тяжелых металлов в почве находится в пределах допустимых норм.

Корреляционный анализ значения факторов окружающей среды, состояния почвенных покровов, загрязняющих веществ в водной среде, выбросов в атмосферный воздух и уровня заболеваемости населения Карагандинской области, показал следующие результаты (Таблица 1).

Таблица 1 – Корреляционная зависимость (r) между содержанием тяжелых металлов в почве и заболеваемостью городского населения Карагандинской области

фактор болезнь	As мышьяк	Pb свинец	Cu медь	Cd кадмий	Zn цинк	Cr хром
x_1	0,462 (p=0,069)	0,091 (p=0,697)	0,075 (p=0,753)	0,092 (p=0,716)	0,135 (p=0,576)	0,092 (p=0,716)
x_2	0,139 (p=0,585)	-0,200 (p=0,392)	-0,187 (p=0,431)	-0,185 (p=0,466)	-0,019 (p=0,936)	-0,185 (p=0,466)
x_3	0,324 (p=0,202)	0,127 (p=0,586)	0,15 (p=0,529)	0,092 (p=0,716)	0,212(p=0,379)	0,092 (p=0,716)
x_4	0,046 (p=0,856)	0,018 (p=0,938)	0,112 (p=0,637)	0,092 (p=0,716)	0,135(p=0,576)	0,092 (p=0,716)
x_5	0,139 (p=0,585)	0,055 (p=0,815)	0,187 (p=0,431)	0,139 (p=0,585)	0,173(p=0,472)	0,139 (p=0,585)
x_6	-0,092 (p=0,716)	0,127 (p=0,586)	0,299 (p=0,208)	0,277 (p=0,275)	0,25 (p=0,298)	0,277 (p=0,275)
x_7	0,462 (p=0,069)	-0,091 (p=0,697)	-0,299 (p=0,208)	-0,231 (p=0,363)	-0,25 (p=0,298)	-0,231 (p=0,363)
x_8	-0,139 (p=0,585)	0,382 (p=0,102)	0,224 (p=0,345)	0,416 (p=0,101)	0,25 (p=0,298)	0,416 (p=0,101)
x_9	0,509 (p=0,045)	-0,127 (p=0,586)	-0,262 (p=0,270)	-0,324 (p=0,202)	-0,212 (p=0,379)	-0,324 (p=0,202)
x_{10}	0,046 (p=0,856)	0,309 (p=0,186)	0,15 (p=0,529)	0,185 (p=0,466)	0,058 (p=0,810)	0,185 (p=0,466)
x_{11}	0,092 (p=0,716)	0,200 (p=0,392)	0,112 (p=0,637)	0,277 (p=0,275)	0,289 (p=0,230)	0,277 (p=0,275)
x_{12}	-0,046 (p=0,856)	0,091 (p=0,697)	0,075 (p=0,753)	0,139 (p=0,585)	0,173(p=0,472)	0,139 (p=0,585)
x_{13}	0,231 (p=0,363)	0,091 (p=0,697)	0,262 (p=0,270)	0,185(p=0,466)	0,25 (p=0,298)	0,185 (p=0,466)
x_{14}	- (p=1,000)	0,055 (p=0,815)	0,299 (p=0,208)	0,092 (p=0,716)	-0,019 (p=0,936)	0,092 (p=0,716)
x_{15}	-0,139 (p=0,585)	0,236 (p=0,312)	0,598 (p=0,012)	0,462 (p=0,069)	0,443(p=0,066)	0,462(p=0,069)
x_{16}	-0,046 (p=0,856)	0,273 (p=0,243)	0,224(p=0,345)	0,277 (p=0,275)	0,096(p=0,689)	0,277(p=0,275)
x_{17}	- (p=1,000)	-0,055 (p=0,815)	0,037 (p=0,875)	- (p=1,000)	0,135 (p=0,576)	- (p=1,000)

Примечание к таблице: Группы заболеваний: x_1 – болезни органов дыхания, x_2 – травмы и отравления, x_3 – болезни мочеполовой системы, x_4 – болезни системы кровообращения, x_5 – болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани, x_6 – болезни глаза, x_7 – болезни органов пищеварения, x_8 – эндокринные болезни, x_9 – болезни кожи и подкожной клетчатки, x_{10} – болезни нервной системы, x_{11} – новообразования, x_{12} – инфекционные и паразитарные болезни, x_{13} – болезни уха и сосцевидного отростка, x_{14} – болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения с вовлечением иммунного механизма; x_{15} – психические расстройства и расстройства поведения, x_{16} – врожденные аномалии, x_{17} – психические расстройства и расстройства поведения, связанные с употреблением психоактивных веществ.

Были обнаружены статистически значимые положительные корреляции средней силы между уровнями мышьяка и болезнями кожи и подкожной клетчатки ($r=0,509$ ($p=0,045$)), уровнем меди и количеством психических расстройств и расстройств поведения ($r=0,598$ ($p=0,012$)) (Рисунок 4).

Установлены статистически значимые положительные корреляции средней силы между уровнем свинца и болезнями крови, кроветворных органов и отдельные нарушения с вовлечением иммунного механизма ($r=0,609$ ($p=0,028$)), а также уровнем меди и болезнями мочеполовой системы ($r=0,567$ ($p=0,049$)) и болезнями уха и сосцевидного отростка ($r=0,633$ ($p=0,028$)) (Таблица 2).

Анализ проведенной характеристики поверхностных водоемов Карагандинской области за период с 2011 по 2021 годы показал

следующее. Наиболее загрязнена территория водоемов в г. Балхаш, концентрация меди составила 8,26 мг/дм³ с превышением ПДК в 8 раз, магния – 73,557 мг/дм³; г.Караганда концентрация марганца составила 3,33 мг/дм³ с превышением ПДК в 33 раза, меди – 2,5 мг/дм³ с превышением ПДК в 2,5 раза, магния – 50,249 мг/дм³; г. Темиртау концентрация железа составила 1,186 мг/дм³ с превышением ПДК в 4 раза, марганца – 3,4533 мг/дм³ с превышением ПДК в 34 раза, ртути – 3,5246 мг/кг с превышением ПДК в 7049 раз, меди – 3,37 мг/дм³ с превышением ПДК в 3 раза, магния – 35,03 мг/дм³; г.Жезказган концентрация железа составила 0,354 мг/дм³, магния – 53,51 мг/дм³; г.Абай концентрация марганца составила 0,1913 мг/дм³, магния – 2,11 мг/дм³; г.Шахтинск концентрация марганца составила 0,104 мг/дм³, магния – 1,843 мг/дм³ (Рисунок 5).

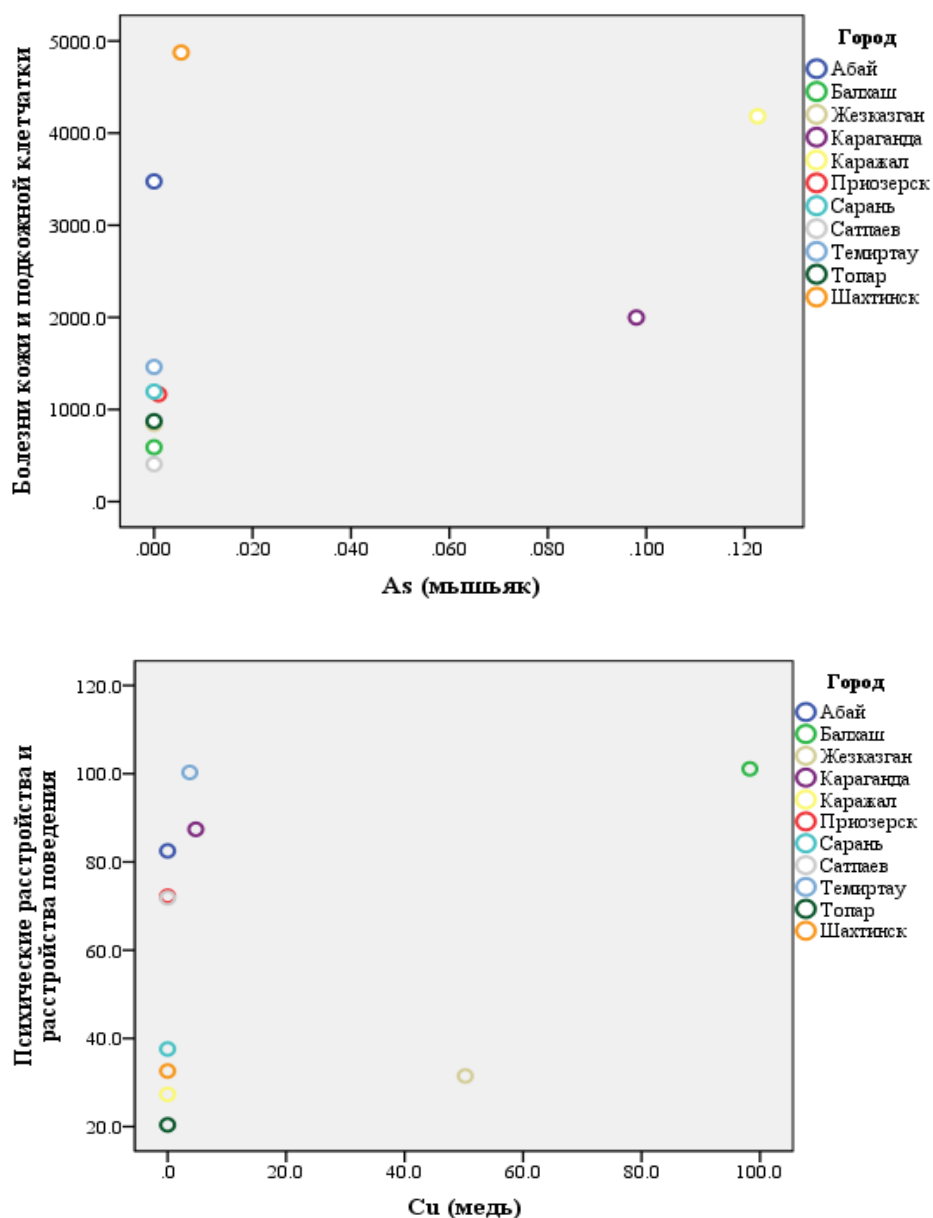


Рисунок 4 – Графики положительных корреляций

Таблица 2 – Корреляционная зависимость (r) между содержанием тяжелых металлов в почве и заболеваемостью сельского населения Карагандинской области

фактор \ болезнь	As мышьяк	Pb свинец	Cu медь	Zn цинк
x_1	-0,215 (p=0,469)	-0,304 (p=0,273)	0,1 (p=0,728)	0,036 (p=0,900)
x_2	-0,301 (p=0,311)	-0,243 (p=0,381)	0,3 (p=0,297)	0,255 (p=0,380)
x_3	-0,129 (p=0,664)	0,061 (p=0,827)	0,567 (p=0,049)	0,255 (p=0,380)
x_4	-0,301 (p=0,311)	- (p=1)	0,500 (p=0,082)	0,400 (p=0,168)
x_5	-0,043 (p=0,885)	-0,183 (p=0,511)	0,033 (p=0,908)	0,109 (p=0,707)

Продолжение таблицы

фактор болезнь	As мышьяк	Pb свинец	Cu медь	Zn цинк
x_6	-0,129 (p=0,664)	0,061 (p=0,827)	0,500 (p=0,082)	0,182 (p=0,531)
x_7	0,043 (p=0,885)	0,183 (p=0,511)	0,367 (p=0,202)	0,182 (p=0,531)
x_8	-0,215 (p=0,469)	-0,122 (p=0,661)	0,233 (p=0,417)	0,473 (p=0,103)
x_9	-0,043 (p=0,885)	0,061 (p=0,827)	0,300 (p=0,297)	0,255 (p=0,380)
x_{10}	-0,129 (p=0,664)	- (p=1)	0,500 (p=0,082)	0,182 (p=0,531)
x_{11}	-0,129 (p=0,664)	-0,304 (p=0,273)	-0,100 (p=0,728)	0,036 (p=0,900)
x_{12}	-0,215 (p=0,469)	-0,365 (p=0,189)	0,033 (p=0,908)	-0,182 (p=0,531)
x_{13}	-0,129 (p=0,664)	0,183 (p=0,511)	0,633 (p=0,028)	0,327 (p=0,259)
x_{14}	0,215 (p=0,469)	0,609 (p=0,028)	0,433 (p=0,132)	0,182 (p=0,531)
x_{15}	0,129 (p=0,664)	0,122 (p=0,661)	0,233 (p=0,417)	0,255 (p=0,380)
x_{16}	0,135 (p=0,658)	-0,095 (p=0,738)	-0,348 (p=0,237)	-0,038 (p=0,898)
x_{17}	-0,301 (p=0,311)	-0,365 (p=0,189)	0,033 (p=0,908)	0,036 (p=0,900)

Примечание: Группы заболеваний: x_1 – болезни органов дыхания, x_2 – травмы и отравления, x_3 – болезни мочеполовой системы, x_4 – болезни системы кровообращения, x_5 – болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани, x_6 – болезни глаза, x_7 – болезни органов пищеварения, x_8 – эндокринные болезни, x_9 – болезни кожи и подкожной клетчатки, x_{10} – болезни нервной системы, x_{11} – новообразования, x_{12} – инфекционные и паразитарные болезни, x_{13} – болезни уха и сосцевидного отростка, x_{14} – болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения с вовлечением иммунного механизма; x_{15} – психические расстройства и расстройства поведения, x_{16} – врожденные аномалии, x_{17} – психические расстройства и расстройства поведения, связанные с употреблением психоактивных веществ.

Среднегодовалый уровень показателей поверхностных водоемов по сельским территориям Карагандинской области установил, что в Нуринском районе концентрация БПК₅ составила 5,52 мг/дм³, марганца – 5,55 мг/дм³ с превышением ПДК в 55 раз, ртути – 18,3778 мг/кг с превышением ПДК в 36755 раз, меди – 3,06 мг/дм³ с превышением ПДК в 3 раза, магния – 36,896 мг/дм³; Каркаралинский район концентрация марганца составила 3,94 мг/дм³ с превышением ПДК в 39 раз, меди – 3,51 мг/дм³ с превышением ПДК в 3 раза, магния – 37,51 мг/дм³; Абайский район концентрация марганца составила 3,7638 мг/дм³ с превышением ПДК в 37 раз, меди – 3,81 мг/дм³ с превышением ПДК в 3 раза, магния – 22,46 мг/дм³; Бухар-Жырауский район концентрация марганца составила 3,8102 мг/дм³ с превышением ПДК в 38 раз, меди – 2,53 мг/дм³ с превышением ПДК в 2 раза, магния – 36,697 мг/дм³; Осакаровский район концентрация марган-

ца составила 2,2 мг/дм³ с превышением ПДК в 22 раза, меди – 1,5103 мг/дм³, магния – 32,419 мг/дм³; Улытауский район концентрация марганца составила 3,04 мг/дм³ с превышением ПДК в 30 раз, меди – 3,22 мг/дм³, магния – 48,555 мг/дм³ (Рисунок 6).

Были обнаружены статистически значимые положительные корреляции средней силы между водородным показателем и болезнями нервной системы ($r=0,467$ ($p=0,06$)), уровнем растворенного кислорода и новообразованиями ($r=0,733$ ($p=0,003$)), уровнем марганца и количеством травм и отравлений ($r=0,494$ ($p=0,048$)), болезнями уха и сосцевидного отростка ($r=0,584$ ($p=0,020$)), психическими расстройствами и расстройствами поведения ($r=0,539$ ($p=0,031$)), психические расстройства и расстройства поведения также коррелировали с уровнями меди ($r=0,689$ ($p=0,006$)) и магния ($r=0,511$ ($p=0,040$)) (Рисунок 7).

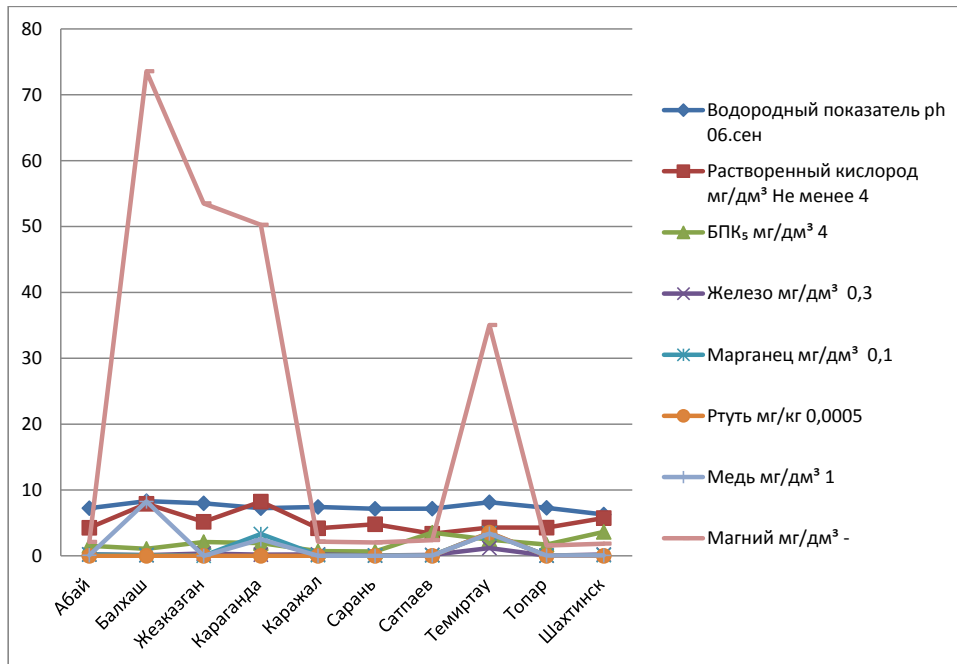


Рисунок 5 – Среднемноголетний уровень показателей поверхностных водоемов по городам Карагандинской области, период 2011 по 2021 гг. (среднее/mean)

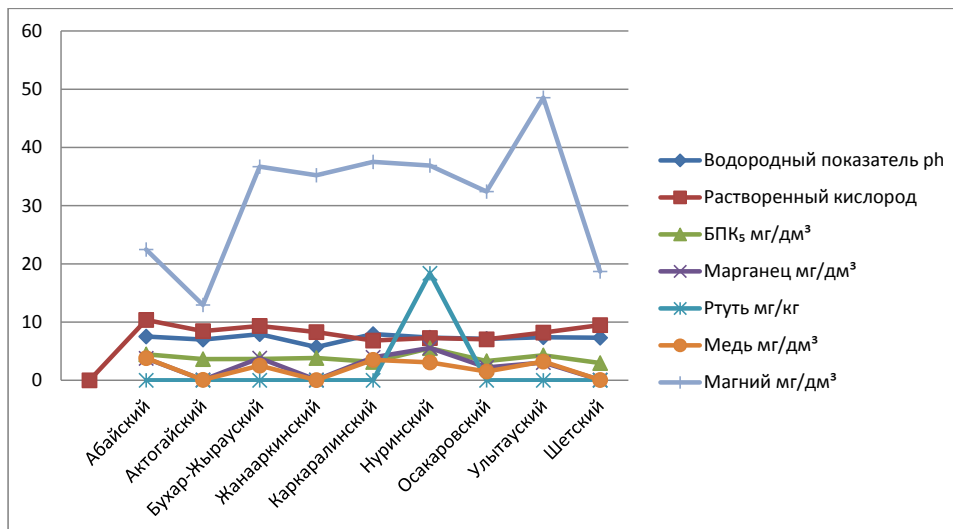


Рисунок 6 – Среднемноголетний уровень показателей поверхностных водоемов по районам Карагандинской области, период 2011 по 2021 гг. (среднее/mean)

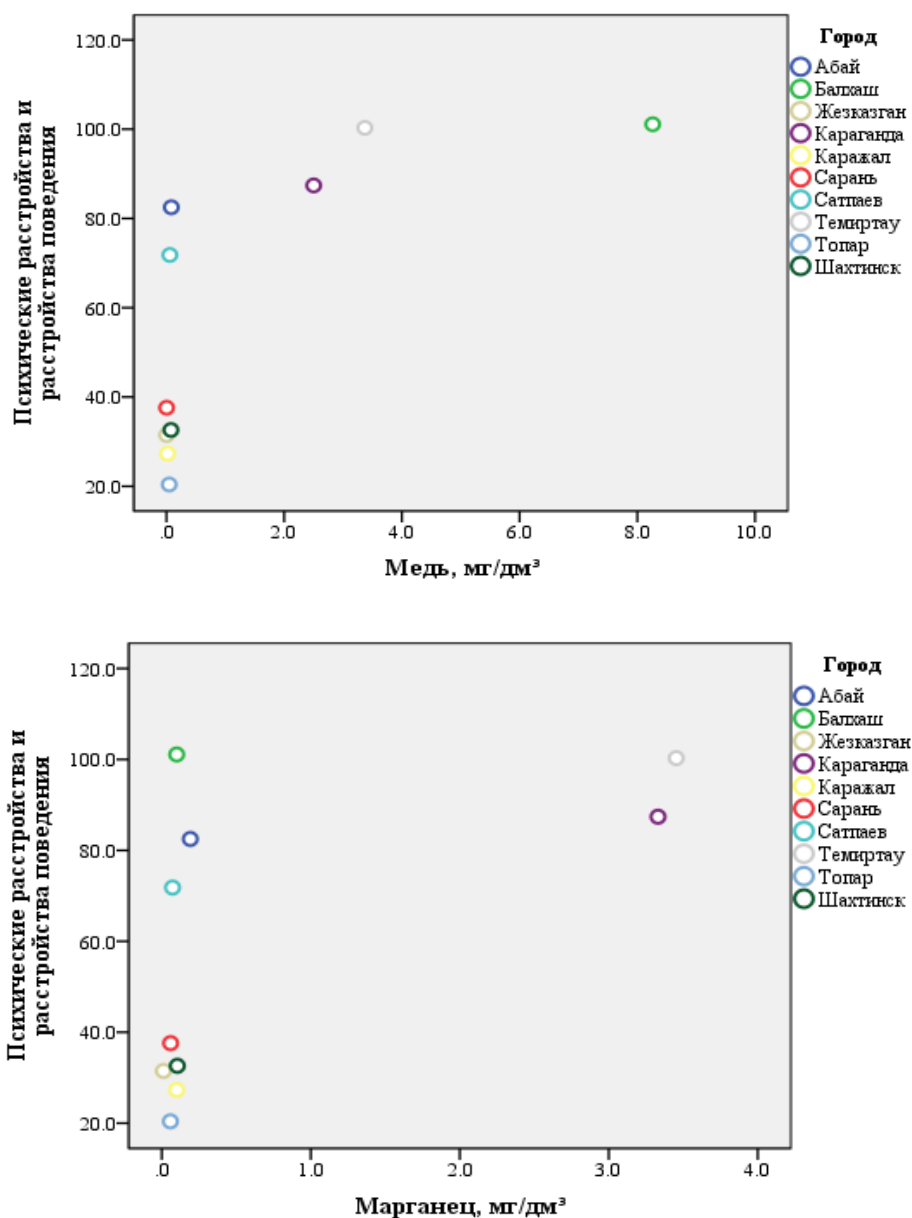


Рисунок 7 – Графики положительных корреляций между уровнями меди и магния с психическими расстройствами и расстройствами поведения

В сельской местности были обнаружены статистически значимые положительные корреляции средней силы между уровнем марганца и болезнями мочеполовой системы ($r=0,556$ ($p=0,037$)), уровнем ртути и инфекционными и паразитарными болезнями, психическими расстройствами и расстройствами поведения,

связанными с употреблением психоактивных веществ ($r=0,567$ ($p=0,046$)), а также уровнем меди и болезнями органов дыхания ($r=0,611$ ($p=0,022$)), уровнем магния и болезнями крови, кроветворных органов и отдельные нарушения с вовлечением иммунного механизма ($r=0,556$ ($p=0,037$)) (Рисунок 8).

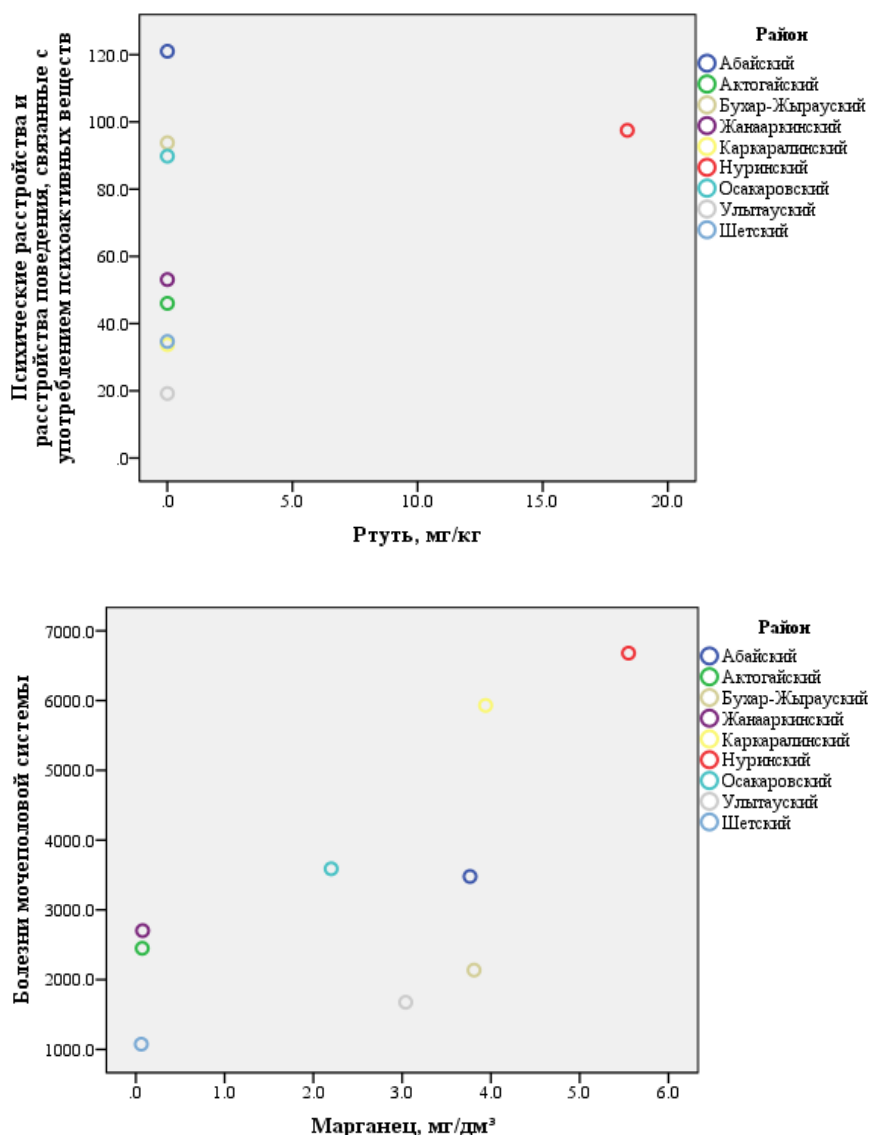


Рисунок 8 – Графики положительных корреляций между уровнями ртути и марганца с психическими расстройствами и болезнями мочеполовой системы

Выбросы загрязняющих веществ оказывают воздействие на качество атмосферного воздуха, повышенное загрязнение атмосферного воздуха негативно влияет на здоровье человека и устойчивость экосистем. Значительная часть городского населения Карагандинской области проживает в зоне непосредственного влияния вредных производственных факторов, основными из которых являются выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух. За исследуемый период с 2011 по 2021 годы представлен среднесуточный уровень показателей атмосферного воздуха по городам Карагандинской области, выбросы загрязняющих веществ

в атмосферный воздух от стационарных источников составили: в г.Караганда концентрация сернистого ангидрида составила 0,78053 мг/м³ с превышением ПДК в 6 раз, диоксида азота – 0,718 мг/м³ с превышением ПДК в 3,5 раз, пыли взвешенных веществ- 0,548 мг/м³, сероводорода – 1,3885 мг/м³ с превышением ПДК в 173 раз, аммиака – 1,4681 мг/м³ с превышением ПДК в 7 раз; г.Шахтинск концентрация сернистого ангидрида составила 0,19048 мг/м³ с превышением ПДК в 1,5 раз, диоксида азота – 0,32392 мг/м³ с превышением ПДК в 1,6 раз, пыли взвешанных веществ- 0,511 мг/м³, фенола – 1,10164 мг/м³ с превышением ПДК в 110 раз, сероводорода –

0,585232 мг/м³ с превышением ПДК в 73 раз, аммиака – 1,362 мг/м³ с превышением ПДК в 6 раз; г.Темиртау концентрация сернистого ангидрида составила 2,42866 мг/м³ с превышением ПДК в 19 раз, диоксида азота – 2,20261 мг/м³ с превышением ПДК в 11 раз, пыли взвешенных веществ 2,68 мг/м³ с превышением ПДК в 5 раз, оксида углерода – 10,3798 мг/м³ с превышением ПДК в 2 раза, фенола – 1,1344 мг/м³ с превышением ПДК в 113 раз, сероводорода – 4,97837 мг/м³ с превышением ПДК в 622 раз, аммиака – 0,664 мг/м³ с превышением ПДК в 3 раза; г.Абай концентрация сернистого ангидрида составила 1,05124 мг/м³ с превышением ПДК в 8 раз, диоксида азота – 1,10906 мг/м³ с превышением ПДК в 5 раз, пыли взвешенных веществ 0,51897 мг/м³, оксида углерода – 5,01492 мг/м³; г.Балхаш концентрация сернистого ангидрида

составила 0,50252 мг/м³ с превышением ПДК в 4 раза, пыли взвешенных веществ 3,3184 мг/м³ с превышением ПДК в 6 раз, оксида углерода – 6,001 мг/м³, сероводорода – 2,81985 мг/м³ с превышением ПДК в 352 раза; г.Жезказган концентрация сернистого ангидрида составила 2,48689 мг/м³ с превышением ПДК в 19 раз, диоксида азота – 1,1465 мг/м³ с превышением ПДК в 5 раз, пыли взвешенных веществ 1,442 мг/м³ с превышением ПДК в 2 раза, фенола – 1,9705 мг/м³ с превышением ПДК в 197 раз, сероводорода – 8,1254 мг/м³ с превышением ПДК в 1015 раз (Рисунок 9).

В сельской местности Карагандинской области среднееголетний уровень показателей атмосферного воздуха не установил выбросы загрязняющих веществ, превышающих допустимые нормы (Рисунок 10).

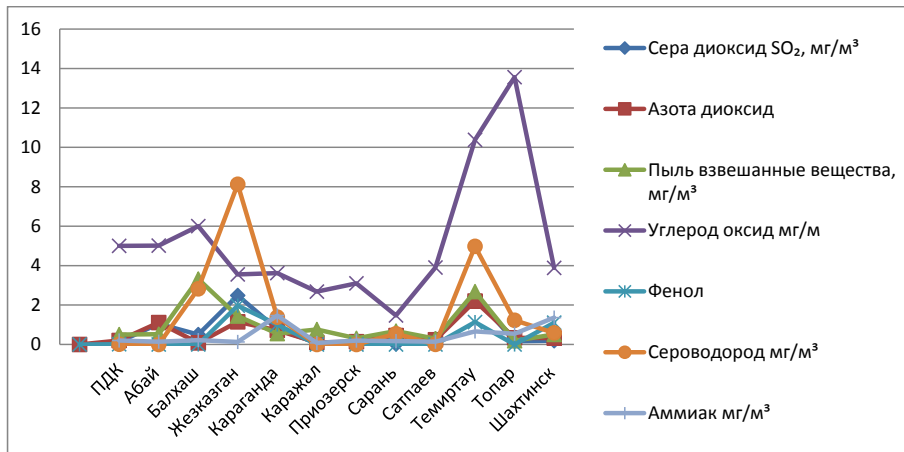


Рисунок 9 – Среднеголетний уровень показателей атмосферного воздуха по городам Карагандинской области, период 2011 по 2021 гг. (среднее/mean)

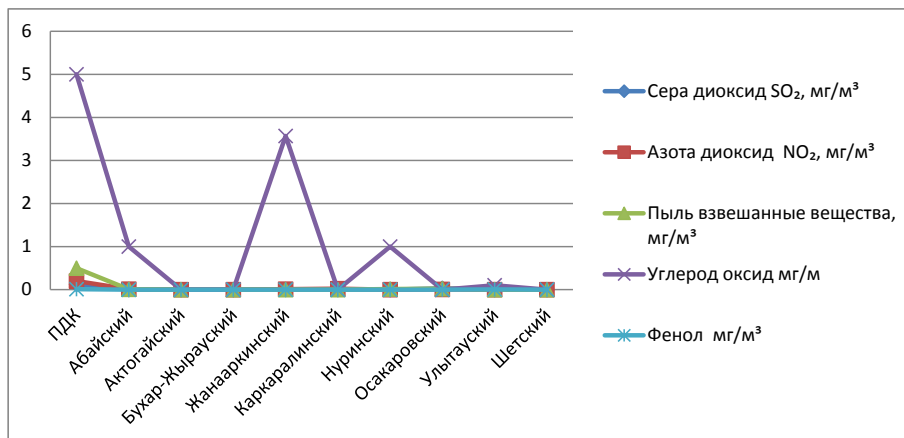


Рисунок 10 – Среднеголетний уровень показателей атмосферного воздуха по районам Карагандинской области, период 2011 по 2021 гг. (среднее/mean)

Корреляционный анализ значения факторов атмосферного воздуха окружающей среды, уровня заболеваемости населения Карагандинской области, показал следующие результаты (Таблица 3). Были обнаружены статистически значи-

мые положительные корреляции средней силы между уровнями мышьяка и болезнями кожи и подкожной клетчатки ($r=0,509$ ($p=0,045$)), уровнем меди и количеством психических расстройств и расстройств поведения ($r=0,598$ ($p=0,012$)).

Таблица 3 – Корреляционная зависимость (r) между показателями атмосферного воздуха и заболеваемостью городского населения Карагандинской области

фактор болезнь	Сера диоксид SO ₂ , мг/м ³	Азота диоксид NO ₂ , мг/м ³	Пыль взвешанные вещества, мг/м ³	Углерод оксид мг/м	Фенол мг/м ³	Сероводород мг/м ³	Аммиак мг/м ³
x ₁	0,236 (p=0,312)	0,273 (p=0,243)	0,055 (p=0,815)	-0,091 (p=0,697)	0,462 (p=0,069)	0,164 (p=0,484)	0,200 (p=0,392)
x ₂	0,164 (p=0,484)	0,345 (p=0,139)	0,055 (p=0,815)	0,055 (p=0,815)	0,231 (p=0,363)	-0,055 (p=0,815)	0,055 (p=0,815)
x ₃	0,200 (p=0,392)	0,236 (p=0,312)	0,164 (p=0,484)	-0,127 (p=0,586)	0,509 (p=0,045)	0,127 (p=0,586)	0,091 (p=0,697)
x ₄	0,382 (p=0,102)	0,418 (p=0,073)	0,055 (p=0,815)	0,127 (p=0,586)	0,462 (p=0,069)	0,236 (p=0,312)	0,200 (p=0,392)
x ₅	0,418 (p=0,073)	0,455 (p=0,052)	0,091 (p=0,697)	0,018 (p=0,938)	0,555 (p=0,029)	0,200 (p=0,392)	0,091 (p=0,697)
x ₆	0,564 (p=0,016)	0,455 (p=0,052)	0,164 (p=0,484)	0,382 (p=0,102)	0,324 (p=0,202)	0,345 (p=0,139)	0,309 (p=0,186)
x ₇	-0,091 (p=0,697)	0,018 (p=0,938)	-0,127 (p=0,586)	0,164 (p=0,484)	0,092 (p=0,716)	-0,018 (p=0,938)	0,236 (p=0,312)
x ₈	0,382 (p=0,102)	0,418 (p=0,073)	0,273 (p=0,243)	0,127 (p=0,586)	0,370 (p=0,145)	0,527 (p=0,024)	0,127 (p=0,586)
x ₉	-0,127 (p=0,586)	0,127 (p=0,586)	-0,018 (p=0,938)	-0,164 (p=0,484)	0,139 (p=0,585)	-0,200 (p=0,392)	0,127 (p=0,586)
x ₁₀	0,018 (p=0,938)	-0,236 (p=0,312)	0,055 (p=0,815)	0,055 (p=0,815)	0,046 (p=0,856)	0,018 (p=0,938)	-0,309 (p=0,186)
x ₁₁	0,200 (p=0,392)	0,164 (p=0,484)	0,091 (p=0,697)	0,164 (p=0,484)	0,370 (p=0,145)	0,491 (p=0,036)	0,455 (p=0,052)
x ₁₂	0,091 (p=0,697)	0,055 (p=0,815)	-0,018 (p=0,938)	0,345 (p=0,139)	0,185 (p=0,466)	0,236 (p=0,312)	0,345 (p=0,139)
x ₁₃	0,309 (p=0,186)	0,200 (p=0,392)	0,055 (p=0,815)	0,345 (p=0,139)	0,462 (p=0,069)	0,091 (p=0,697)	0,491 (p=0,036)
x ₁₄	0,273 (p=0,243)	0,091 (p=0,697)	-0,127 (p=0,586)	0,018 (p=0,938)	- (p=1,000)	-0,091 (p=0,697)	-0,273 (p=0,243)
x ₁₅	0,309 (p=0,186)	0,055 (p=0,815)	0,345 (p=0,139)	0,273 (p=0,243)	0,046 (p=0,856)	0,091 (p=0,697)	0,273 (p=0,243)
x ₁₆	0,273 (p=0,243)	0,091 (p=0,697)	0,164 (p=0,484)	-0,055 (p=0,815)	- (p=1,000)	0,200 (p=0,392)	-0,200 (p=0,392)
x ₁₇	0,164 (p=0,484)	0,345 (p=0,139)	0,055 (p=0,815)	-0,382 (p=0,102)	0,277 (p=0,275)	0,164 (p=0,484)	0,055 (p=0,815)

Примечание: Группы заболеваний: x₁ – болезни органов дыхания, x₂ – травмы и отравления, x₃ – болезни мочеполовой системы, x₄ – болезни системы кровообращения, x₅ – болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани, x₆ – болезни глаза, x₇ – болезни органов пищеварения, x₈ – эндокринные болезни, x₉ – болезни кожи и подкожной клетчатки, x₁₀ – болезни нервной системы, x₁₁ – новообразования, x₁₂ – инфекционные и паразитарные болезни, x₁₃ – болезни уха и сосцевидного отростка, x₁₄ – болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения с вовлечением иммунного механизма; x₁₅ – психические расстройства и расстройства поведения, x₁₆ – врожденные аномалии, x₁₇ – психические расстройства и расстройства поведения, связанные с употреблением психоактивных веществ.

Выявлены статистически значимые положительные корреляции средней силы между водородным показателем и болезнями нервной системы ($r=0,467$ ($p=0,06$)), уровнем растворенного кислорода и новообразованиями ($r=0,733$ ($p=0,003$)), уровнем марганца и количеством травм и отравлений ($r=0,494$ ($p=0,048$)), болезнями уха и сосцевидного отростка ($r=0,584$ ($p=0,020$)), психическими расстройствами и расстройствами поведения ($r=0,539$ ($p=0,031$)), психические расстройства и расстройства поведения также коррелировали с уровнями меди ($r=0,689$ ($p=0,006$)) и магния ($r=0,511$ ($p=0,040$)).

Изучение корреляционной зависимости показателей атмосферного воздуха с заболеваемостью на селе, установили статистически значимые положительные корреляции средней силы между уровнем SO_2 и болезнями глаз ($r=0,633$ ($p=0,028$)), кожи и подкожной клетчатки ($r=0,567$ ($p=0,049$)), уха и сосцевидного отростка ($r=0,633$ ($p=0,028$)); уровнем NO_2 и болезнями системы кровообращения ($r=0,567$ ($p=0,049$)), эндокринными болезнями ($r=0,700$ ($p=0,015$)); уровнем пыли, взвешенных веществ и болезнями кожи и подкожной клетчатки ($r=0,618$ ($p=0,033$)), инфекционными и паразитарными болезнями ($r=0,618$ ($p=0,033$)) (Таблица 4).

Таблица 4 – Корреляционная зависимость (r) между показателями атмосферного воздуха и заболеваемостью сельского населения Карагандинской области

фактор болезнь	Сера диоксид SO_2 , мг/м ³	Азота диоксид NO_2 , мг/м ³	Пыль взвешанные вещества, мг/м ³	Углерод оксид мг/м	Фенол мг/м ³
x_1	0,167 ($p=0,562$)	0,233 ($p=0,417$)	0,473 ($p=0,103$)	-0,033 ($p=0,908$)	0,224 ($p=0,448$)
x_2	0,367 ($p=0,202$)	0,433 ($p=0,132$)	0,473 ($p=0,103$)	0,167 ($p=0,562$)	0,149 ($p=0,613$)
x_3	0,433 ($p=0,132$)	0,433 ($p=0,132$)	0,546 ($p=0,060$)	0,167 ($p=0,562$)	0,075 ($p=0,801$)
x_4	0,300 ($p=0,297$)	0,567 ($p=0,049$)	0,400 ($p=0,168$)	0,100 ($p=0,728$)	- ($p=1$)
x_5	0,433 ($p=0,132$)	0,367 ($p=0,202$)	0,546 ($p=0,060$)	0,100 ($p=0,728$)	0,075 ($p=0,801$)
x_6	0,633 ($p=0,028$)	0,233 ($p=0,417$)	0,691 ($p=0,017$)	0,233 ($p=0,417$)	0,075 ($p=0,801$)
x_7	0,433 ($p=0,132$)	0,433 ($p=0,132$)	0,618 ($p=0,033$)	-0,033 ($p=0,908$)	-0,075 ($p=0,801$)
x_8	0,367 ($p=0,202$)	0,700 ($p=0,015$)	0,255 ($p=0,380$)	0,033 ($p=0,908$)	-0,224 ($p=0,448$)
x_9	0,567 ($p=0,049$)	0,500 ($p=0,082$)	0,618 ($p=0,033$)	0,033 ($p=0,908$)	-0,075 ($p=0,801$)
x_{10}	0,367 ($p=0,202$)	0,367 ($p=0,202$)	0,546 ($p=0,060$)	0,100 ($p=0,728$)	0,075 ($p=0,801$)
x_{11}	0,233 ($p=0,417$)	0,300 ($p=0,297$)	0,473 ($p=0,103$)	-0,167 ($p=0,562$)	-0,075 ($p=0,801$)
x_{12}	0,300 ($p=0,297$)	0,033 ($p=0,908$)	0,618 ($p=0,033$)	0,033 ($p=0,908$)	0,149 ($p=0,613$)
x_{13}	0,633 ($p=0,028$)	0,300 ($p=0,297$)	0,546 ($p=0,060$)	0,233 ($p=0,417$)	-0,075 ($p=0,801$)
x_{14}	0,033 ($p=0,908$)	-0,033 ($p=0,908$)	-0,182 ($p=0,531$)	0,367 ($p=0,202$)	0,298 ($p=0,312$)
x_{15}	0,500 ($p=0,082$)	0,500 ($p=0,082$)	0,473 ($p=0,103$)	0,100 ($p=0,728$)	-0,075 ($p=0,801$)
x_{16}	-0,209 ($p=0,478$)	0,035 ($p=0,906$)	- ($p=1$)	-0,035 ($p=0,906$)	0,311 ($p=0,304$)
x_{17}	0,433 ($p=0,132$)	0,033 ($p=0,908$)	0,473 ($p=0,103$)	0,233 ($p=0,417$)	0,149 ($p=0,613$)

Болезни мочеполовой системы статистически значимо коррелировали с уровнем фенола ($r=0,509$ ($p=0,045$)), болезни глаз с уровнем серы диоксида ($r=0,564$ ($p=0,016$)) (Рисунок 11), эндокринные болезни с уровнем

сероводорода ($r=0,527$ ($p=0,024$)), новообразования также с уровнем сероводорода ($r=0,491$ ($p=0,036$)), болезни уха и сосцевидного отростка с уровнем аммиака ($r=0,491$ ($p=0,036$)).

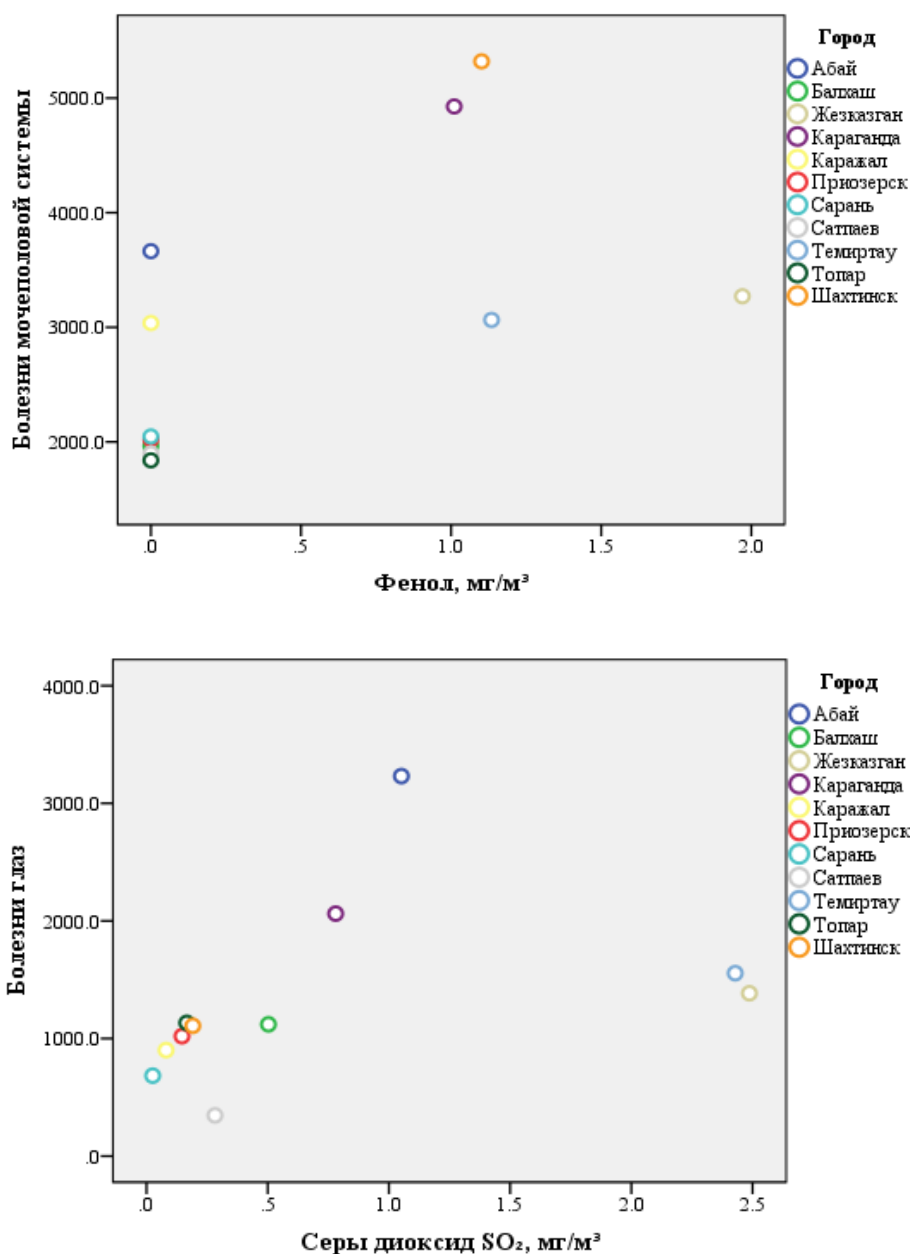


Рисунок 11 – Графики положительных корреляций между уровнями фенола и серы диоксида с болезнями мочеполовой системы и болезнями глаз

Заключение

Таким образом, анализ территориальной дифференциации экологических факторов и природных условий, совокупно влияющих на возникновение и распространение заболеваний, позволил провести медико-географическую оценку корреляционной взаимосвязи с установлением наиболее статистически значимых положительных корреляций средней силы между

уровнем свинца в почве и болезнями крови, кроветворных органов и отдельных нарушений с вовлечением иммунного механизма ($r=0,609$ ($p=0,028$)), уровнем меди в почве и болезнями мочеполовой системы ($r=0,567$ ($p=0,049$)), болезнями уха и сосцевидного отростка ($r=0,633$ ($p=0,028$)); уровнем SO_2 в атмосферном воздухе и болезнями глаз ($r=0,633$ ($p=0,028$)), кожи и подкожной клетчатки ($r=0,567$ ($p=0,049$)), уха и сосцевидного отростка ($r=0,633$ ($p=0,028$)); уров-

нем NO₂ в атмосферном воздухе и болезнями системы кровообращения ($r=0,567$ ($p=0,049$)), эндокринными болезнями ($r=0,700$ ($p=0,015$)); уровнем пыли, взвешенных веществ и болезнями кожи и подкожной клетчатки ($r=0,618$ ($p=0,033$)), инфекционными и паразитарными болезнями ($r=0,618$ ($p=0,033$)).

Следует отметить, что полученные результаты установили географию влияния техногенеза на накопление тяжелых металлов в почвах, поверхностных водоемах и загрязнение атмосферного воздуха Карагандинской области, что позволило ранжировать территории следующим образом: к благоприятным зонам отнесены города Каражал, Приозерск, Сарань, Сатпаев и п.Топар, сельские территории менее подвержены негативным экологическим факторам, к не-

благоприятным зонам риска – города Балхаш, Жезказган, Караганда, Темиртау, Шахтинск.

Тревогу вызывает ртутное загрязнение в реке Нура по территории г.Темиртау и Нуринского района, установлено среднее содержание ртути в почве в количестве 15,137 мг/дм³ с превышением ПДК в 30,2 тысяч раз. Среднемноголетний уровень показателей поверхностных водоемов г.Темиртау ртути – 3,5246 мг/кг с превышением ПДК в 7049 раз, в Нуринском районе концентрация ртути – 18,3778 мг/кг с превышением ПДК в 36755 раз. Данный неблагоприятный показатель должен рассматриваться местными исполнительными органами, как уровень вмешательства и рекомендуется для использования к принятию мер по безотлагательному исправлению ситуации.

Литература

1. Битюкова В. Р., Боровиков М. С. (2016) Экологическое состояние регионов России и Казахстана: возможности измерения и факторы дифференциации. Региональные исследования, № 54. – С. 57–80.
2. Ватлина Т. В., Тикунов В. С. (2011) Типология районов Смоленской области на основе динамики заболеваемости. Известия Смоленского государственного университета, № 2. – С. 9–92.
3. ВОЗ (2019) Десять угроз глобальному здоровью в 2019 году. URL <https://www.who.int/news-room/spotlight/ten-threats-to-global-health-in-2019> (дата обращения: 23 Сентября, 2023).
4. Гладкевич Г. И. (2014) Экономико-географический подход к оценке территорий в природопользовании. Региональные исследования, № 46. – С. 57–69.
5. Гмурман В. Е. (2004) Теория вероятностей и математическая статистика. Учебное пособие для вузов 10, Высшая школа, Москва. – 479 с. ISBN 5-06-004214-6
6. Здоровье населения Республики Казахстан и деятельность организаций здравоохранения. Статистический сборник. URL <http://www.rcez.kz/index.php/ru/statistika-zdravookhraneniya-2> (дата обращения: 5 Июня, 2023).
7. Клепиков О. В., Самойлов А. С., Ушаков И. Б., Попов В. И., Куролап С. А. (2018) Комплексная оценка состояния окружающей среды промышленного города. *Гигиена и санитария*, № 97. – С. 68–92.
8. Королева Е. Г. (2016) *Био-гео-анализ в экологии человека. Lambert.* – 92 с.
9. Куролап С. А., Мамчик Н. П., Клепиков О. В. (2006) Оценка риска для здоровья населения при техногенном загрязнении городской среды. *Вестник Воронеж. гос. ун-та.: Серия География и геоэкология.* – 220 с.
10. Малхазова С. М. (2001) Медико-географический анализ территорий: картографирование, оценка, прогноз. *Издательство: Научный мир.* – 235 с.
11. Малышева М. М., Русанова Н. Е., Варызгина А. А. (2016) Здоровье населения и определяющие его факторы. *Народонаселение*, № 2. – С. 121-131.
12. Намазбаева З. И., Бержанова Р. С., Улжибаева Р. Р., Искендинова А. Ж., Кызкенова А. Ж., Махметова А. М. (2015) Микроэлементный профиль взрослого населения Приаралья. *Медицина труда и промышленная экология*, №7. – С. 11-14.
13. Погорелов А. Р. (2021) Субъективная оценка здоровья и качества жизни населения Камчатского края: результаты регионального медико-социологического исследования. *Социальные аспекты здоровья населения.* – С. 25-78. DOI: <https://doi.org/10.21045/2071-5021-2021-68-2-4>
14. Савилов Е. Д., Колесников С. И., Анганова Е. В., Астафьев В. А. (2018) Интегральная оценка заболеваемости по основным статистическим критериям. *Гигиена и санитария*, № 97. – С. 274-278.
15. Филатов Б. Н., Латышевская Н. И., Васильков А. В. (2010) Гигиеническая оценка загрязнения территории химически опасного производства. *Гигиена и санитария*, №4. – С. 34-38.
16. Abubakar I., Dalgligh S. L., Angell B. et al. (2022) The Lancet Nigeria Commission: investing in health and the future of the nation. *The Lancet*, Volume 399, Issue no. 10330. – pp. 1155-1200. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)02488-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)02488-0)
17. Battakova K. A., Saipov A. A. (2022) The influence of atmospheric air pollution on the geography of professional health. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences*, № 5. – pp. 23-37. DOI https://doi.org/10.32014/2518-170X_2022_5_455_23-36

18. Chen H., Burnett R. T., Bai L. et al. (2020) Residential Greenness and Cardiovascular Disease Incidence, Readmission, and Mortality. *Environ Health Perspect*, № 128. – 8 p.
19. Field C. B., Barros V. R., Dokken D. J. et al. (2014) Climate change 2014. Impacts, adaptation, and vulnerability. Intergovernmental Panel on Climate Change. Working group II contribution to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. *Cambridge University Press*. – 1132 p.
20. Gascon M., Triguero-Mas M., Martínez D., Davvand P. et al. (2016) Residential green spaces and mortality: a systematic review. *Environ Int.*, № 86. – pp. 60-67.
21. Hayward G., Ayeb-Karlsson S. (2021) ‘Seeing with empty eyes’: a systems approach to understand climate change and mental health in Bangladesh. *Clim Change*, № 165. – 29 p.
22. Kelman I., Ayeb-Karlsson S., Rose-Clarke K. et al. (2021) A review of mental health and wellbeing under climate change in small island developing states (SIDS). *Environ Res Lett*, № 033007. – 16 p.
23. Markevych I., Schoierer J., Hartig T. et al. (2017) Exploring pathways linking greenspace to health: Theoretical and methodological guidance. *Environ Res.*, № 158. – pp. 301-317.
24. Min K. B., Kim H. J., Min J. Y. (2017) Parks and green areas and the risk for depression and suicidal indicators. *Int J Public Health*, № 62. – pp. 647-656.
25. Pereira G., Foster S., Martin K. et al. (2012) The association between neighborhood greenness and cardiovascular disease: an observational study. *BMC Public Health*, № 12. – 466 p.
26. Rojas-Rueda D., Nieuwenhuijsen M., Gascon M., Perez-Leon D., Mudu P. (2019) Green spaces and mortality: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. *Lancet Planet Health*, №3. – pp. 469-477.
27. Romanello M., Napoli D. C., Drummond P. et al. (2022) The 2022 report of the Lancet Countdown on health and climate change: health at the mercy of fossil fuels. *The Lancet*, Volume 400, Issue no. 10363. – pp. 1619-1654. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(22\)01540-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(22)01540-9)
28. Royal College of Psychiatrists (2021) Our planet’s climate and ecological emergency. URL https://www.rcpsych.ac.uk/docs/default-source/improving-care/better-mh-policy/position-statements/position-statement-ps03-21-climate-and-ecological-emergencies-2021.pdf?sfvrsn=281fb719_8 (accessed by October 15, 2023)
29. The Lancet Healthy Longevity (2023) The age of anthropogenic disease. *The Lancet*, Volume 4, Issue no. 1. – pp. 1-53. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2666-7568\(22\)00295-1](https://doi.org/10.1016/S2666-7568(22)00295-1)
30. Tyrvaainen L., Ojala A., Korpela K., Lanki T., Tsunetsugu Y., Kagawa T. (2014) The influence of urban green environments on stress relief measures: A field experiment. *J Environ Psychol*, № 38. – pp. 1-9.
31. Watts N., Amann M., Arnell N. et al. (2021) The 2020 report of The Lancet Countdown on health and climate change: responding to converging crises. *Lancet*, № 397. – pp. 129-170.

References

1. Abubakar I., Dalglish S. L., Angell B. et al. (2022) The Lancet Nigeria Commission: investing in health and the future of the nation. *The Lancet*, Volume 399, Issue no. 10330. – pp. 1155-1200. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)02488-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)02488-0)
2. Battakova K. A., Saipov A. A. (2022) The influence of atmospheric air pollution on the geography of professional health. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences*, № 5. – pp. 23-37. DOI https://doi.org/10.32014/2518-170X_2022_5_455_23-36
3. Bityukova V. R., Borovikov M. S. (2016) Ecologicheskoe sostoyanie regionov Rossii i Kazakhstana: vozmozhnosti izmereniya i faktory differenciacii [Ecological state of the regions of Russia and Kazakhstan: measurement possibilities and differentiation factors]”. *Regionalnye issledovaniya*, № 54. – pp. 57–80.
4. Chen H., Burnett R. T., Bai L. et al. (2020) Residential Greenness and Cardiovascular Disease Incidence, Readmission, and Mortality. *Environ Health Perspect*, № 128. – 8 p.
5. Filatov B. N., Latyshevskaya N. I., Vasilkov A. V. (2010) Gigienicheskaya ocenka zagryazneniya territorii himicheskii opasnogo proizvodstva [Hygienic assessment of contamination of the territory of chemically hazardous production]. *Gigiena i sanitariya*, № 4. – pp. 34-38.
6. Field C. B., Barros V. R., Dokken D. J. et al. (2014) Climate change 2014. Impacts, adaptation, and vulnerability. Intergovernmental Panel on Climate Change. Working group II contribution to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. *Cambridge University Press*. – 1132 p.
7. Gascon M., Triguero-Mas M., Martínez D., Davvand P. et al. (2016) Residential green spaces and mortality: a systematic review. *Environ Int.*, № 86. – pp. 60-67.
8. Gladkevich G. I. (2014) Economico-geographicheskii podhod k ocenke territorii v prirodopolzovanii [Economic-geographical approach to assessing territories in environmental management]. *Regionalnye issledovaniya*, № 46. – pp. 57–69.
9. Gmurman V. E. (2004) *Teoriya veroyatnostei i matematicheskaya statistika [Theory of probability and mathematical statistics]*. Moskva: Uchebnoe posobie dlya vuzov, Vysshaya shkola, № 10. – 479 p. ISBN 5-06-004214-6.

10. Hayward G., Ayeb-Karlsson S. (2021) 'Seeing with empty eyes': a systems approach to understand climate change and mental health in Bangladesh. *Clim Change*, № 165. – 29 p.
11. Kelman I., Ayeb-Karlsson S., Rose-Clarke K. et al. (2021) A review of mental health and wellbeing under climate change in small island developing states (SIDS). *Environ Res Lett*, № 033007. – 16 p.
12. Klepikov O. V., Samoilov A. S., Ushakov I. B., Popov V. I., Kurolap S. A. (2018) Kompleksnaya ocenka sostoyaniya okruzhayushei sredy promyshlennogo goroda [Comprehensive assessment of the environmental condition of an industrial city]. *Gigiena i sanitariya*, № 97. – pp. 68–92.
13. Koroleva E. G. (2016) Bio-geo-analiz v ekologii cheloveka [Bio-geo-analysis in human ecology]. *Lambert*. – 92 p.
14. Kurolap S. A., Mamchik N. P., Klepikov O. V. (2006) Ocenka riska dlya zdorovya naseleniya pri tekhnogenom zagryaznenii gorodskoi sredy [Assessment of the risk to public health due to technogenic pollution of the urban environment]. *Vestnik Voronezh. gos. un-ta.: Seriya Geografiya i geoekologiya*. – 220 p.
15. Malkhazova S. M. (2001) Mediko-geographicheskiy analiz territorii: kortographirovanie, ocenka, prognoz [Medical-geographical analysis of territories: mapping, assessment, forecast]. *Izdatelstvo: Nauchnyi mir*. – 235 p.
16. Malysheva M. M., Rusanova N. E., Varyzgina A. A. (2016) Zdorov'e naseleniya i opredelyayushie ego faktory [Population health and its determinants]. *Narodonaselenie*, № 2. – pp. 121-131.
17. Markevych I., Schoierer J., Hartig T. et al. (2017) Exploring pathways linking greenspace to health: Theoretical and methodological guidance. *Environ Res.*, № 158. – pp. 301-317.
18. Min K. B., Kim H. J., Min J. Y. (2017) Parks and green areas and the risk for depression and suicidal indicators. *Int J Public Health*, № 62. – pp. 647-656.
19. Namazbayeva Z. I., Berzhanova R. S., Ulzhibayeva R. R., Iskenderirova A. Zh., Kyzkenova A. Zh., Makhmetova A. M. (2015) Mikroelementnyi profil' vzroslogo naseleniya Priaral'ya [Microelement profile of the adult population of the Aral Sea region]. *Medicina truda i promyshlennaya ekologiya*, № 7. – pp. 11-14.
20. Pereira G., Foster S., Martin K. et al. (2012) The association between neighborhood greenness and cardiovascular disease: an observational study. *BMC Public Health*, № 12. – 466 p.
21. Pogorelov A. R. (2021) Sub'ektivnaya ocenka zdorovya i kachestva zhizni naseleniya Kamchatskogo kraja: rezultaty regionalnogo mediko-sociologicheskogo issledovaniya [Subjective assessment of the health and quality of life of the population of the Kamchatka Territory: results of a regional medical and sociological study]. *Sotsialnye aspekty zdorovya naseleniya*. – pp. 25-78. DOI: <https://doi.org/10.21045/2071-5021-2021-68-2-4>
22. Rojas-Rueda D., Nieuwenhuijsen M., Gascon M., Perez-Leon D., Mudu P. (2019) Green spaces and mortality: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. *Lancet Planet Health*, № 3. – pp. 469-477.
23. Romanello M., Napoli D. C., Drummond P. et al. (2022) The 2022 report of the Lancet Countdown on health and climate change: health at the mercy of fossil fuels. *The Lancet*, Volume 400, Issue no. 10363. – pp. 1619-1654. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(22\)01540-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(22)01540-9)
24. Royal College of Psychiatrists (2021) Our planet's climate and ecological emergency. URL https://www.rcpsych.ac.uk/docs/default-source/improving-care/better-mh-policy/position-statements/position-statement-ps03-21-climate-and-ecological-emergencies-2021.pdf?sfvrsn=281fb719_8 (accessed by October 15, 2023)
25. Savilov E. D., Kolesnikov S. I., Anganova E. V., Astafyev V. A. (2018) Integralnaya ocenka zaboлеваemosti po osnovnym statisticheskim kriteriyam [Integral assessment of morbidity according to basic statistical criteria]. *Gigiena i sanitariya*, № 97. – pp. 274-278.
26. The Lancet Healthy Longevity (2023) The age of anthropogenic disease. *The Lancet*, Volume 4, Issue no. 1. – pp. 1-53. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2666-7568\(22\)00295-1](https://doi.org/10.1016/S2666-7568(22)00295-1)
27. Tyrvaainen L., Ojala A., Korpela K., Lanki T., Tsunetsugu Y., Kagawa T. (2014) The influence of urban green environments on stress relief measures: A field experiment. *J Environ Psychol*, № 38. – pp. 1-9.
28. Vatlina T. V., Tikunov V. S. (2011) Tipologiya raionov Smolenskoy oblasti na osnove dinamiki zaboлеваemosti [Typology of districts of the Smolensk region based on morbidity dynamics]. *Izvestiya Smolenskogo gosudarstvennogo universiteta*, № 2. – pp. 9–92.
29. VOZ (2019) Desyat ugroz globalnomu zdorovyyu v 2019 godu [Ten threats to global health in 2019]. URL <https://www.who.int/news-room/spotlight/ten-threats-to-global-health-in-2019> (accessed by September 23, 2023).
30. Watts N., Amann M., Arnell N. et al. (2021) The 2020 report of The Lancet Countdown on health and climate change: responding to converging crises. *Lancet*, № 397. – pp. 129-170.
31. Zdorov'e naseleniya Respubliki Kazakhstan i deyatel'nost organizatsii zdravookhraneniya [Health of the population of the Republic of Kazakhstan and the activities of healthcare organizations]. Statisticheskii sbornik. URL <http://www.rcez.kz/index.php/ru/statistika-zdravookhraneniya-2> (accessed by June 5, 2023).

Сведения об авторах:

Баттакова Камил Аскарвна (корреспондентный автор) – докторант кафедры «Физической и экономической географии», Евразийский Национальный Университет имени Л. Н. Гумилева (г. Астана, Казахстан, эл.почта: kamila3.08@mail.ru)

Сансызбаева Айгерим Баккелдиевна – PhD, старший преподаватель кафедры «Физической и экономической географии», Евразийский Национальный Университет имени Л.Н. Гумилева (г. Астана, Казахстан, эл.почта: sansyzbayeva.ab@mail.ru)

Останин Олег Васильевич – кандидат географических наук, доцент кафедры «Физической географии и геоинформационных систем», Алтайский государственный университет, (РФ, г. Барнаул, эл.почта: ostanin_oleg@mail.ru)

Information about authors:

Battakova Kamila (corresponding author) – PhD student, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Department of Physical and Economical Geography (Astana, Kazakhstan, e-mail: kamila3.08@mail.ru)

Sansyzbayeva Aigerim – PhD, Senior Lecturer, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Department of Physical and Economical Geography (Astana, Kazakhstan, e-mail: sansyzbayeva.ab@mail.ru)

Ostanin Oleg – Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor of the Department of Physical Geography and Geographic Information Systems, Altai State University, (Russia, Barnaul city, e-mail: ostanin_oleg@mail.ru)

Поступила: 8 декабря 2023 года

Принята: 23 мая 2024 года