

МЕДИЦИНА ИЛИМДЕРИМЕДИЦИНСКИЕ НАУКИMEDICAL SCIENCES*Самигуллина А.Э., Торегельдиева Ч.Б.***БИШКЕК ШААРЫНДАГЫ ЭКОЛОГИЯЛЫК
ЖАГДАЙ: ДЕН СОЛУК УЧУН ТОБОКЕЛДИК ПОЗИЦИЯСЫНАН
КЫСКАЧА МҮНӨЗДӨМӨ***Самигуллина А.Э., Торегельдиева Ч.Б.***ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ В ГОРОДЕ БИШКЕК: КРАТКАЯ
ХАРАКТЕРИСТИКА С ПОЗИЦИЙ РИСКОВ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ***A.E. Samigullina, Ch.B. Toregeldieva***THE ECOLOGICAL SITUATION IN BISHKEK: A BRIEF DESCRIPTION
FROM THE STANDPOINT OF HEALTH RISKS**

УДК: 618.3-06:504. 75.05

Калктын жашаган аймактарында экологиялык абалды изилдөөгө арналган изилдөөлөр дүйнө жүзү боюнча актуалдуу жана келечектүү болуп саналат. Кыргыз Республикасынын борбору үчүн урбанизациянын динамикалык өнүгүү процесси мүнөздүү, ал шаардын экосистемасынын өзгөрүшү менен коштолот. Бул изилдөөнүн максаты Бишкек шаарынын экосистемасын репродуктивдүү саламаттыктын экологиялык тобокелдиктерин андан ары баалоо үчүн изилдөө болуп калды. Материал жана ыкмалар: атмосфералык абага экологиялык мониторинг жүргүзүүнүн расмий маалыматтарын баалоо жолу аркылуу Кыргыз Республикасынын Саламаттыкты сактоо министрлигинин Эне жана баланы коргоо Улуттук борборунун базасында кайчылаш изилдөөлөр жүргүзүлдү. Алынган маалыматтардын натыйжасында Кыргыз Республикасынын борбору ар кандай антропогендик факторлордун эсебинен атмосфералык абанын булгануусу жогорку деңгээлде экендиги белгиленген. Шаардын борбордук бөлүгүнүн аба бассейнинде абаны булгагычтардын камтылышы түштүк бөлүгүнө салыштырмалуу статистика жагынан жогору ($p < 0,001$). Шаардын борборунда изилденген мезгил ичинде бардык аба булгоочу заттардын мааниси статистикалык жагынан жогору ($p < 0,001$). Улуттук стандарттардын айрым булгоочу заттардын мониторингинен бирдиктүүгө өтүүсү Дүйнөлүк Саламаттык Сактоо Уюму (ДССУ) суңуш кылгандай, ал алынган маалыматтарды дүйнөлүк тенденцияга салыштырууга мүмкүндүк берет. Шаардын түштүк бөлүгүндө $PM_{2,5}$ өлчөнгөн бөлүкчөлөрдүн курамы 22 мкг/м^3 түзөт, борбордун борбору үчүн көрсөткүчтүн $1,8$ эсе (63 мкг/м^3), $p < 0,001$ ашып кетиши мүнөздүү. Шаардын экологиялык жайсыз борборунун шарттарында атмосфералык абаны булгоочулардын жеке дозасынын көптүгү далиленди, $p < 0,001$.

Негизги сөздөр: атмосфералык аба, атмосфералык абаны булгоочу заттар, таразаланган бөлүкчөлөр, жеке жутуу дозасы, баалоо стандарттары, ден соолук, токсикологиялык изилдөөлөр, ар түрдүү оорулар.

Исследования, посвященные изучению экологической ситуации в зонах проживания населения являются актуальными и перспективными во всем мире. Для столицы Кыргызской Республики характерен процесс динамичного развития урбанизации, который сопровождается изменением экосистемы города. Целью данного исследования стало изучение экосистемы города Бишкек для дальнейшей оценки экологических рисков репродуктивного здоровья. Материал и методы: проведено поперечное исследование на базе Национального центра охраны материнства и детства Министерства Здравоохранения Кыргызской Республики, путем оценки официальных данных экологического мониторинга атмосферного воздуха. В результате полученных данных установлено, что столица Кыргызской Республики имеет высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха за счет различных антропогенных факторов. В воздушном бассейне центральной части города содержание загрязнителей воздуха статистически значимо выше в сравнении с южной частью ($p < 0,001$). Значения всех загрязнителей воздуха за изучаемый период статистически значимо выше в центре города ($p < 0,001$). Переход национальных стандартов от мониторинга отдельных загрязнителей к единой, рекомендованной Всемирной Организацией Здравоохранения (ВОЗ), позволит сопоставлять полученные данные с мировой тенденцией. Содержание взвешенных частиц $PM_{2,5}$ в южной части города составляет 22 мкг/м^3 , для центра столицы характерно превышение показателя в $1,8$ раз (63 мкг/м^3), $p < 0,001$. Доказано превосходство индивидуальных доз поглощения загрязнителей

атмосферного воздуха в условиях экологического неблагополучного центра города, $p < 0,001$.

Ключевые слова: атмосферный воздух, загрязнители атмосферного воздуха, взвешенные частицы, индивидуальные дозы поглощения, стандарты оценки, здоровье, токсикологические исследования, различные заболевания.

Studies devoted to the study of the environmental situation in the areas of population are relevant and promising around the world. The capital of the Kyrgyz Republic is characterized by the dynamic development of urbanization, which is accompanied by changes in the ecosystem of the city. The aim of this study was to study the ecosystem of Bishkek for further assessment of environmental risks of reproductive health. Material and methods: a cross-sectional study was carried out on the basis of the National center for maternal and child health of the Ministry of Health of the Kyrgyz Republic, by assessing the official data of environmental monitoring of atmospheric air. As a result of the data obtained, it was established that the capital of the Kyrgyz Republic has a high level of air pollution due to various anthropogenic factors. In the air basin of the Central part of the city, the air pollution content is statistically significantly higher in comparison with the southern part ($p < 0.001$). The values of all air pollutants during the study period are statistically significantly higher in the city centre ($p < 0.001$). The transition of national standards from the monitoring of individual pollutants to a single one recommended by the world Health Organization (who) will allow comparing the data obtained with the global trend. The content of suspended particles PM_{2.5} in the southern part of the city is 22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, for the center of the capital is characterized by an excess of 1.8 times (63 $\mu\text{g} / \text{m}^3$), $p < 0.001$. Proven the superiority of individual doses absorption of air pollutants in terms of environmental adverse molochno city centre, $p < 0.001$.

Key words: atmospheric air, air pollutants, particulate matter, individual dose acquisitions, valuation standards, health, toxicological research, a variety of disease.

Введение. В странах региона, где работает Европейская экономическая комиссия ООН (ЕЭК ООН) качество атмосферного воздуха значительно улучшилось за последнее десятилетие, достигнуто это было благодаря снижению вредных выбросов в атмосферу в результате пересмотра и нового подхода к мониторингу [1].

Всемирная Организация Здравоохранения (ВОЗ) пересмотрела рекомендации и ввела новые нормы оценки атмосферного воздуха, которые основаны на учете наличия в воздухе взвешенных частиц мелкодисперстной пыли (PM) [2].

Взвешенные частицы – PM – представляют собой широко распространенный загрязнитель атмосферного воздуха, состоящий из твердых и жидких частиц, присутствующих в воздухе во взвешенном состоянии. PM представляет собой смесь физических, химических и биологических компонентов.

В последнем пересмотре рекомендаций ВОЗ (2005) по качеству атмосферного воздуха указано [3]:

- PM_{2,5} - среднегодовая концентрация - 10 $\text{мкг}/\text{м}^3$, среднесуточная – 25 $\text{мкг}/\text{м}^3$, превышение показателей не должно продолжаться более 3 дней в году.

- PM₁₀ - среднегодовая концентрация - 20 $\text{мкг}/\text{м}^3$, среднесуточная – 50 $\text{мкг}/\text{м}^3$.

В воздушном бассейне города присутствуют частицы различного диаметра, но скорость оседания и смещения их отличается в зависимости от размеров частиц (крупные и мелкие) и тяжести (легкие и тяжелые), так частицы PM_{2,5} практически не оседают (скорость оседания - 0,2 мм/ч), что компенсируется легким восходящим потоком воздуха.

Для здоровья важными являются концентрации частиц диаметром менее 2,5 мкм (PM_{2,5}), так как они находятся во взвешенном состоянии в воздухе в течение многих недель и трансгранично переносятся на большие расстояния [4].

Проведенные в последние десятилетия эпидемиологические, клинические и токсикологические исследования доказывают, что PM являются причиной многих патологических процессов в легких и приводят к различным заболеваниям легочной и сердечно-сосудистой систем увеличивая сроки госпитализаций и роста смертности населения [5].

Негативное воздействие на организм человека частиц PM доказано многими исследованиями. Так, Просвирякова И.А. (2018) в своей работе выявила однонаправленную динамику и достоверную высокую корреляционную связь между темпами прироста значений индексов опасности, хроническим воздействием PM_{2,5}, PM₁₀ показателями общей заболеваемости детского населения болезнями органов дыхания ($R=0,93-0,98$, $p < 0,05$) и системы кровообращения ($R=0,93-0,98$, $p < 0,05$) [6].

Значимость PM, как показателя здоровья подтвердили ученые школы Кокрелла Техасского университета (2018), в своей работе они изучили влияние частиц PM на человека в 185 странах и пришли к выводу, что «антропогенное влияние человека на атмосферу сокращает глобальную продолжительность жизни более чем на год» [7].

Последние мировые исследования доказывают, что ультрадисперсные частицы PM становятся также причиной еще и эпигенетических изменений в организме человека, вывода из строя клетки иммунной системы.

Актуальность изучения антропогенного влияния экосистемы на организм беременной женщины в условиях города Бишкек, не вызывает сомнения, так как еще в Национальном докладе о состоянии окружающей среды Кыргызстана за 2001-2003 гг. было отмечено, что для «предотвращения и ликвидации негативного антропогенного воздействия на окружающую

щую среду и создания благоприятной среды обитания, в первую очередь нужна объективная, достоверная и своевременная оценка экологического состояния» [8].

Поэтому на наш взгляд представляется интересным проведение научной работы, посвященной оценке экосистемы города Бишкек с последующей оценкой ее влияния на репродуктивное здоровье беременных женщин.

Цель исследования – изучить экосистему города Бишкек для дальнейшей оценки экологических рисков репродуктивного здоровья.

Материалы и методы исследования. База исследования - Национальный центр охраны материнства и детства (НЦОМид) МЗ КР.

Проведено наблюдательное поперечное исследование. Объектом исследования был выбран город Бишкек, единицей исследования – загрязнители атмосферного воздуха.

Исследование основано на первичной информации, источником которой послужили данные ГАООСНХ и МЧС Кыргызской Республики за период 2009-2011 гг. и 2016-2018 гг.

Были рассчитаны средние величины (M) и их ошибки (m), коэффициент *Стьюдента*, в качестве значений вероятности безошибочного прогноза были выбраны критерии статической значимости ошибки – менее 5% двусторонняя ($p < 0,05$), при 95% доверительном интервале, и статистической мощности – 80%-я мощность. Ранговая значимость вычислялась коэффициентом ранговой корреляции Спирмена. Статистическая обработка проведена с использованием программного пакета Центра по контролю Заболевемости США OpenEpi 3.03.

Результаты исследования и их обсуждение. город Бишкек – является столицей Кыргызской Республики и представляет особую административную единицу республиканского масштаба. Точную цифру населения г. Бишкек тяжело указать, по данным Википедии она равна 1 027 245 человек. Однако, учитывая, что для страны актуальным остается внутренняя и внешняя миграция, а точного учета передвижения и временного пребывания населения нет, количество проживающего населения по разным источникам в среднем составляет до полутора миллиона человек или 25,0% населения страны. Город продолжает интенсивно расти, расширяя территорию и поглощая пригороды, строятся многоэтажные дома и новостройки.

Учитывая, что человек в условиях крупного города находится под влиянием множества факторов, с одной стороны – загрязнение воздуха, качество воды, продукты питания, с другой – окружение общества, стрессы, связанные с общественной и личной

жизнью, интересным в научном плане станет исследование, посвященное изучению воздействия данных факторов на здоровье беременных женщин, но для этого необходима объективная оценка существующей практики мониторинга экосистемы столицы.

Последствия ухудшения окружающей среды все больше привлекают общественное внимание в КР, растет число общественных движений и разного рода мероприятий, социальные сети пестрят сообщениями и фотографиями загазованного Бишкека. Замеры качества воздуха государственными и независимыми организациями однозначно указывают на превышение допустимых норм в городе.

Накопленные к настоящему времени научные данные свидетельствуют о том, что загрязнение атмосферного воздуха наносят значительный ущерб здоровью, признавая эти данные, 5-я Конвенция ООН на уровне министров одобрила стратегию и обратилась к ВОЗ с просьбой содействовать усилиям стран к оптимизации стандартов качества атмосферного воздуха, как к ключевому направлению практической деятельности. После чего прошло Консультативное совещание стран ВЕКЦА, где признано актуальным совершенствование нормативно-правовой базы, внедрение систем мониторинга в режиме реального времени опасных загрязнителей. В 2016 году вышло Постановление Правительства КР «О предельно допустимых концентрациях загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест».

Взвешенные частицы РМ назвали «убийцами невидимками» и угрозой XXI века. В городском воздухе много различных частиц – мелких, крупных, легких и тяжелых, тяжелые частицы со временем оседают на землю, а мелким частицам сложнее преодолеть сопротивление среды и «упасть» на землю. Скорость оседания РМ_{2,5} равна 0,2 мм/с, что в 15 раз ниже, чем для РМ₁₀, такое значение компенсируется даже легким восходящим потоком воздуха. Однако именно эти частицы при газообмене попадают в кровь, вызывая не только заболевания легких и сердечно-сосудистой системы, но и накапливаясь в организме, могут вызвать другую серьезную патологию. Опасны они тем, что сокращают ожидаемую продолжительность жизни в среднем на 8,6 месяцев. Частицы РМ раздражают рецепторы в воздухоносных путях и запускают рефлекс, меняющий сердечный ритм и интенсивность дыхания, а откладываясь в легких и сосудах, вызывают воспалительный ответ, который приводит к тромбозу и инфарктам тканей.

После внедрения «Индекса качества воздуха» (AQI) во всем мире для оценки информации о загрязнении атмосферного воздуха данные стали доступны широкой общественности в простой и наглядной форме. Он вычисляется на основе индексов концентраций

нескольких загрязняющих веществ: взвешенных частиц PM10 и PM2,5, углекислого газа (CO), сернистого газа (SO₂), диоксида азота (NO₂) и озона O₃. Уровень загрязнения атмосферного воздуха можно оценить по шкале AQI, указывающей степень загрязнения, его влияние на здоровье и рекомендации для населения.

Оксиды азота (монооксид NO и диоксид азота NO₂) газообразные вещества, которые при вдыхании связываются с гемоглобином и переводят его в форму не способную переносить кислород, раздражая легкие оксиды азота проникают в легкие, вызывая воспалительную реакцию и астматические процессы.

Диоксид серы (SO₂) бесцветный газ с резким запахом, длительное его воздействие наносит вред дыхательной системе с затруднением дыхания и необходимостью более глубокого вдоха.

Оксид углерода (CO, «угарный газ») бесцветный газ без запаха, при вдыхании образует прочные соединения с гемоглобином блокируя поступление кислорода в кровь, вызывая кислородное голодание.

Озон (O₃) газ с характерным запахом, более сильный окислитель чем кислород, наиболее токсичен из всех загрязнителей воздуха.

В условиях большого города поступление мелкодисперсных частиц в атмосферу обусловлено антропогенными источниками: выбросами автомобилей и автомобильных шин, износом дорожного полотна, ремонтом дорог, дорожной пылью, отопления помещений углем и многими другими.

Учитывая, что г. Бишкек расположен в относительно замкнутой Чуйской долине, что само по себе способствует формированию высокого потенциала загрязнения экосистемы, а бурный рост многоэтажных домов и хаотичная застройка в городе последних лет, к сожалению, нарушила еще и розу ветров, тем самым усилив появление смога над столицей.

Ремонт и реконструкция дорог, происходящая в последнее время, сама по себе вносит дополнительное загрязнение атмосферного воздуха и сопровождается массовой вырубкой деревьев, создавая дисбаланс между вырубанием и посадкой новых деревьев, которые только через несколько лет станут «легкими» столицы. При этом Мэрией столицы недостаточно внимания уделяется уходу и развитию существующих парковых зон.

Повышение загрязнения воздуха в городе связано с большим количеством машин (выхлопные газы и дорожная пыль), в данное время в столице зарегистрировано более 500 тысяч машин, а был город рассчитан на 45 тысяч машин, по оценкам экспертов, количество автотранспорта превышает возможности города в 10 раз.

Кроме того в городе работает столичная ТЭЦ, которая также вносит свою лепту в загрязнение

воздушного бассейна города.

Большинство жителей частного сектора зимой отапливают свои жилища углем, так как газовое отопление обходится намного дороже, при этом образующийся угарный газ и дым наносит больше вреда, чем тепло. В среднем каждый дом сжигает 3 тонны угля, за год данная цифра составляет 180 тысяч тонн. Зачастую частные дома используют неэффективные системы отопления, что способствует излишнему выбросу загрязняющих веществ в атмосферу города. Низка и энергоэффективность общественных и жилых зданий, потери тепловой энергии при этом достигают до 60,0%, затраты энергии на 1 м² в КР в 5,0 раз выше, чем в Европейском союзе [9].

Температура воздуха столицы из-за всего выше перечисленного на несколько градусов выше, а учитывая малое количество осадков, и теплый климат создаются условия для накопления пыли в центре города.

В процессе сгорания топлива при отоплении и работе двигателей автомобилей увеличивается концентрация мелкодисперсных взвешенных частиц PM, которые при взаимодействии с другими вредными компонентами окружающей среды потенцируют накоплению микроорганизмов и аллегенов в экосистеме города.

PM10 и PM2,5 содержат респираторные частицы, имеющие настолько малый диаметр, что свободно проникают в торакальный отдел дыхательной системы человека. Влияние данных частиц на здоровье уже имеет документальное подтверждение, обусловлено оно кратковременной и долговременной экспозицией, которая вызывает рост числа госпитализаций, респираторную и сердечно-сосудистую заболеваемость и смертность, а также рост онкологической патологии.

При увеличении концентрации PM10 на 10 мкг/м³ суточная смертность от всех причин возрастает на 0,2-0,6%, при хронической экспозиции PM2,5 повышение на 10 мкг/м³ показателя связано с ростом риска кардиопульмональной смерти на 6,0-13,0%.

При этом данных свидетельствующих о наличии порогового безопасного уровня воздействия PM10 и PM2,5 на здоровье населения нет. Учитывая негативное воздействие загрязнения воздуха даже в малых концентрациях, необходимо создавать эффективно действующую систему мониторинга и оценки качества воздуха для достижения целевых уровней рекомендованных ВОЗ.

ВОЗ в 2013 году указывает, что значительный потенциал для достижения прогресса заключается в стратегии обеспечения качества воздуха оценкой значимости PM частиц, как показателя здоровья населения. Рекомендованные ВОЗ переход мониторинга от предельно допустимых концентраций отдельных

компонентов загрязняющих веществ к оценке концентрации и дисперсионного состава частиц РМ в г. Бишкек позволит объективно оценить воздействие пыли на качество экосистемы города и здоровье населения. Однако национальные стандарты измерения давно устарели, а их модернизация требует больших материальных затрат.

В развитых странах особое внимание уделяется пиковым концентрациям загрязняющих веществ, выбрасываемым во время пробок и скопления автотранспорта в час пик на дорогах, информация предоставляется гражданам в режиме реального времени ежечасно и ежедневно. В Кыргызской Республике, как и в странах постсоветского пространства твердые частицы (PM10 и PM2,5) не внесены в список основных загрязняющих атмосферу веществ до сих пор.

Общественное объединение MoveGreen и активисты в феврале 2019 года провели мониторинг уровня загрязнения атмосферного воздуха в режиме онлайн и представили жителям результаты исследования, по их данным в центре города уровень загрязнения превышен в 2,7 раза - PM2,5 среднесуточный 93 мкг/м³, а на момент измерения – 125 мкг/м³, при этом в национальном законодательстве КР среднесуточная концентрация должна составлять не более 35 мкг/м³, а разовая допустимая доза – 160 мкг/м³.

После чего Посольство США в Кыргызстане установило стационарный датчик, который в режиме онлайн обновляется ежечасно, на 3 марта 2019 года среднесуточный уровень PM2,5 составил 92 мкг/м³.

Чиновники Госагенства охраны окружающей среды и лесного хозяйства не признают данные этих счетчиков, отмечая, что они не сертифицированы.

Реальную концентрацию частиц PM2,5 оценивают службы экомониторинга (theWorldAir Quality-Index) по всему миру в онлайн режиме и эти данные по интернету можно отследить для каждого отдельного города проживания. Сегодня любой житель планеты в режиме реального времени может получить данные об уровне загрязнения атмосферного воздуха в городе проживания.

На территории города установлено 7 постов наблюдения и мониторинга за загрязнением атмосферного воздуха, где отбираются пробы, и анализируется содержание вредных веществ с сопоставлением фоновых концентраций для каждого отдельного района и города в целом. Но оборудование не обновлялось с 70-х годов прошлого столетия, а полученные данные невозможно отследить в реальном времени. Усилия Кыргызгидромета по модернизации оборудования носят точечный характер и весьма ограничены. В 2016 году в столице впервые в рамках проекта ФинкМет установлена одна автоматическая станция, которая измеряет общее количество взвешенных частиц (TSP), PM10 и PM2,5.

В мае 2019 года ГАООСиЛХ с помощью беспилотных летательных аппаратов, оборудованных многофункциональной специальной аппаратурой провели замеры над различными районами столицы, и полученные данные указывают на повышение ПДК по диоксиду азота от 1,07 до 1,9 раза, по сероводороду в 1,1 раза, по взвешенным частицам от 1,1 до 3,6 раза.

Международные партнеры по развитию в рамках проекта ЮНИДО рекомендуют обновить методологию и усовершенствовать мониторинг качества воздуха с оценкой взвешенных частиц РМ и оценкой Индекса качества воздуха (AQI), который оценивает РМ диаметром менее 10 мкм и менее 2,5 мкм, углекислого газа CO, сернистого газа SO₂, диоксида азота NO₂ и озона O₃.

Таким образом, в г. Бишкек сегодня остается открытым решение вопроса о необходимости улучшения мониторинга PM2,5 для реальной оценки воздействия этих частиц на здоровье населения и в первую очередь беременных женщин, так как переход от мониторинга и оценки предельно допустимых концентраций (ПДК) диоксида серы, диоксида азота, оксида азота и формальдегида к оценке «Индекса качества воздуха» (AQI) позволит объективно оценить степень воздействия пыли на качество окружающей среды и здоровье населения.

Кроме того по данным Министерства охраны окружающей среды Кыргызской Республики около 2/3 общей земельной площади г. Бишкек загрязнено тяжелыми металлами (серебром, свинцом, хромом) превышающими нормы соответственно в 16,3 и в 4 раза, 30% территории города загрязнено кадмием (ПДК - 1,2-2,3), 20% цинком (ПДК - 2,4). Из элементов, содержащихся в почве г. Бишкек 71,4% относятся к 1 и 2 классам опасности, что свидетельствует об их техногенном происхождении.

Вызывает озабоченность повышение радиационного фона до 30-40 мкР/ч в центре столицы за счет зданий облицованных строительным материалом, содержащим радиоактивные элементы, что также вносит свою лепту в экосистему города.

Для сравнительной оценки загрязненности атмосферного воздуха г. Бишкек нами проведен динамический анализ данных микрорегионального управления охраны окружающей среды ГАООСиЛХ и МЧС Кыргызской Республики за период 2009-2011 гг. и 2016-2018 гг. При этом установлено, что среднее значение загрязнения воздуха в центральной части города статистически значимо выше средних значений по городу в целом за весь анализируемый период, $p < 0,001$. После статистической обработки ежемесячно представленных данных ГАООСиЛХ и МЧС КР по показаниям 7 ПНЗ, размещенных в разных районах города, по ПДК диоксида серы, диоксида азота,

ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ КЫРГЫЗСТАНА, № 6, 2019

оксида азота и формальдегида, нами были выбраны две статистически значимо различные зоны проживания. Зона 1 - представлена центром города и Зона 2 - южным предгорным районом города (табл. 1).

Как видно из таблицы 1, средние значения всех загрязнителей воздуха в период 2009-2011 гг. статистически значимо выше в первой зоне (центр города) в

сравнении с зоной 2 (юг столицы): диоксид серы - $0,057 \pm 0,002$ ПДК и $0,030 \pm 0,001$ ПДК, $t=12,1$, $p<0,001$, оксид азота - $3,70 \pm 0,01$ и $0,06 \pm 0,01$, $t=257,4$, $p<0,001$, диоксид азота - $2,12 \pm 0,08$ и $0,63 \pm 0,01$, $t=18,5$, $p<0,001$ и формальдегид - $6,30 \pm 0,35$ и $3,70 \pm 0,02$, $t=7,4$, $p<0,001$.

Таблица 1

Сравнительная оценка содержания загрязнителей в воздушной среде г. Бишкек, в зависимости от зоны проживания (ПДК)

Загрязняющее вещество	2009-2011 гг.		2016-2018 гг.	
	Зона 1	Зона 2	Зона 1	Зона 2
	M±m	M±m	M±m	M±m
Диоксид серы	$0,057 \pm 0,002$	$0,030 \pm 0,001$ ***	$0,024 \pm 0,001$	$0,021 \pm 0,001$ *
Оксид азота	$3,70 \pm 0,01$	$0,06 \pm 0,01$ ***	$2,80 \pm 0,01$	$1,20 \pm 0,01$ ***
Диоксид азота	$2,12 \pm 0,08$	$0,63 \pm 0,01$ ***	$2,25 \pm 0,07$	$1,25 \pm 0,02$ ***
Формальдегид	$6,30 \pm 0,35$	$3,70 \pm 0,02$ ***	$4,30 \pm 0,26$	$2,30 \pm 0,14$ ***

Примечание: достоверность различий между группами * $p<0,05$, *** $p<0,001$.

Аналогичная картина наблюдается и за период 2016-2018 гг., для центральной части города характерно статистически значимо более высокое содержание загрязняющих веществ в сравнении с южной частью города: диоксидом серы - $0,024 \pm 0,001$ ПДК и $0,021 \pm 0,001$ ПДК, $t=2,1$, $p=0,03$, оксидом азота - $2,80 \pm 0,01$ и $1,20 \pm 0,01$, $t=111,7$, $p<0,001$, диоксидом азота - $2,25 \pm 0,07$ и $1,25 \pm 0,02$, $t=13,7$, $p<0,001$ и формальдегидом - $4,30 \pm 0,26$ и $2,30 \pm 0,14$, $t=6,8$, $p<0,001$.

Как учесть синергизм и противодействие примесей, фотохимических реакций и метеорологических условий крупного города на репродуктивное здоровье беременных женщин?

Учитывая вредное воздействие частиц PM_{2.5} в

разных странах существуют свои предельно допустимые концентрации.

Как видно из таблицы 2, рекомендованные ВОЗ среднесуточные показатели не были достигнуты ни в странах Евросоюза, ни в США, ни в России и КР не стала исключением, в национальных нормативно-правовых документах предельно допустимые концентрации во всех странах составляют 35 мкг/м³. Предельно допустимые среднегодовые концентрации частиц, по рекомендациям ВОЗ, должны быть не более 10 мкг/м³, однако более низкий показатель принят только в США, в остальных странах он равен 25 мкг/м³.

Таблица 2

Предельно допустимые концентрации взвешенных частиц PM_{2,5} (мкг/м³)

Загрязняющее вещество	Время воздействия	ВОЗ	КР	Россия	ЕС	США
PM _{2,5}	среднесуточное	25	35	35	35	35
	среднегодовое	10	25	25	25	15

Из таблицы 3 видно, что по данным, представленным в реальном времени, в Зоне 2 содержание взвешенных частиц PM_{2,5} соответствует принятым нормативам, для Зоны 1 характерно статистически значимое превышение показателя в 1,8 раз, $p<0,001$, что представляет интересным в плане изучения влияния воздействия повышенных доз загрязнителя на здоровье беременных женщин.

Таблица 3

Среднесуточный показатель взвешенных частиц PM_{2,5} в зависимости от зоны проживания в г. Бишкек (мкг/м³)

Загрязняющее вещество	КР	г. Бишкек	
		Зона 1	Зона 2
PM _{2,5}	35 мкг/м ³	63 мкг/м ³	22 мкг/м ³

Далее в исследовании проведена сравнительная оценка индивидуальной дозы поглощения загрязняющих веществ атмосферы г.Бишкек в мг/кг массы тела

в течение года в различных Зонах столицы (из расчета средней массы тела 58 кг.) за анализируемый период (табл. 4).

Таблица 4

Сравнительная оценка индивидуальной дозы поглощения загрязнителей воздуха в мг/кг массы тела в течение года за период 2009-2018 гг. по г. Бишкек (M±m)

Загрязняющее вещество	Зона 1	Зона 2
Диоксид серы	0,35±0,0	0,15±0,0***
Оксид азота	2,87±0,0	1,66±0,0***
Диоксид азота	3,32±0,0	0,05±0,0***
Формальдегид	12,80±0,0	3,77±0,0***

Примечание: достоверность различий между группами ***p<0,001.

Из полученных данных очевидно статистически значимое превосходство индивидуальных доз поглощения человеком определенных загрязнителей атмосферного воздуха в условиях экологического неблагополучного центра столицы (Зона 1).

Исследования, посвященные влиянию загрязняющих веществ атмосферы на здоровье человека, остаются особо актуальными на протяжении столетия. Целым рядом ученых - Айламазян Э.К. (2001), Боев В.М. (2005), Просвирякова И.А. (2018) отмечается влияние аэрогенного загрязнения экосистемы на развитие патологии в репродуктивной системе, при этом ими отмечается, что данное воздействие различается от места проживания, состава и концентрации веществ.

Заслуживают внимание работы, доказывающие способность диоксида азота вызывать развитие аллергии и отторжение плодного яйца, как чужеродного трансплантата.

Наиболее чувствительны к влиянию женщины во время беременности, так по данным названных авторов, именно в первой половине беременности ярче выражено это воздействие и связано оно с функциональными изменениями сердечно-сосудистой и дыхательной систем, водно-солевого и белково-жирового обмена, которое влияет на адсорбцию, элиминацию и распределение химических веществ в организме. В связи с этим снижается способность организма метаболизировать загрязнители, а накопление их в организме беременной приводит к повреждению и гибели плодного яйца.

В отечественных исследованиях, проведенных Мариповой Ж.А. (2007) в условиях эксперимента доказано тератогенное влияние на плодное яйцо высо-

ких концентраций формальдегида в сочетании с интенсивным ультрафиолетовым облучением и тепловым перегреванием.

Схожие данные получены Арутюняном А.В. с соавторами (1997) подтверждающие высокую частоту нарушений репродуктивных функций, объясняя это пагубным влиянием загрязняющих веществ атмосферы на вышеуказанные ритмы.

В ходе эксперимента на мышах Фонкен Л.К. с соавторами (2012) доказали, что «долгосрочное воздействие частицами PM_{2,5}, типичными для воздуха крупных городов может изменить аффективные реакции и ухудшить познавательную способность, при этом будущие исследования авторы рекомендуют посвятить изучению воздействия частиц PM_{2,5} на женское население» [10].

Выводы. Таким образом, оценка современного состояния экологической обстановки в городе Бишкек и мониторинга загрязнителей атмосферного воздуха позволила сделать следующие выводы:

1. Внедрение оценки загрязнителей воздуха основанной на учете взвешенных частиц PM_{2,5} в режиме реального времени позволит иметь достоверную информацию о состоянии экосистемы г.Бишкек.
2. Переход национальных стандартов от мониторинга отдельных загрязнителей к единой, рекомендованной ВОЗ, методике позволит сопоставлять полученные данные с мировой тенденцией.
3. Метеорологическое оборудование города Бишкек морально и технически устарело, а модернизация требует значительных материальных затрат.
4. Столица Кыргызской Республики имеет высокий уровень загрязнения атмосферы за счет различных антропогенных факторов.

5. В воздушном бассейне центральной части города (зона 1) содержание загрязнителей воздуха статистически значимо выше в сравнении с южной частью (зона 2), $p < 0,001$.

6. Значения всех загрязнителей воздуха в период 2009-2011 гг. статистически значимо выше в зоне 1 (центр города) в сравнении с зоной 2 (юг столицы): диоксид серы - $0,057 \pm 0,002$ ПДК и $0,030 \pm 0,001$ ПДК, $t=12,1$, $p < 0,001$, оксид азота - $3,70 \pm 0,01$ и $0,06 \pm 0,01$, $t=257,4$, $p < 0,001$, диоксид азота - $2,12 \pm 0,08$ и $0,63 \pm 0,01$, $t=18,5$, $p < 0,001$ и формальдегид - $6,30 \pm 0,35$ и $3,70 \pm 0,02$, $t=7,4$, $p < 0,001$.

7. За период 2016-2018 гг. сохраняется данная тенденция, для зоны 1 характерно статистически значимо более высокое содержание загрязняющих веществ в сравнении с зоной 2: диоксидом серы - $0,024 \pm 0,001$ ПДК и $0,021 \pm 0,001$ ПДК, $t=2,1$, $p=0,03$, оксидом азота - $2,80 \pm 0,01$ и $1,20 \pm 0,01$, $t=111,7$, $p < 0,001$, диоксидом азота - $2,25 \pm 0,07$ и $1,25 \pm 0,02$, $t=13,7$, $p < 0,001$ и формальдегидом - $4,30 \pm 0,26$ и $2,30 \pm 0,14$, $t=6,8$, $p < 0,001$.

8. По представленным данным в реальном времени, в Зоне 2 содержание взвешенных частиц PM_{2,5} соответствует принятым нормативам, для Зоны 1 характерно статистически значимое превышение показателя в 1,8 раз, $p < 0,001$.

9. Очевидно статистически значимое превосходство индивидуальных доз поглощения загрязнителей атмосферного воздуха в условиях экологического неблагополучного центра столицы (зона 1), $p < 0,001$.

Таким образом, учитывая, что пыль относится к 3 классу опасности, а взвешенные частица PM_{2,5} настолько малы, что их называют «убийцы невидимки», их способность при газообмене проникать в кровь, вызывая целый каскад биохимических и физиологических реакций, приводящих к развитию воспалительных реакций и тромбозов, исследования посвященные оценки экологических рисков развития различных патологических состояний репродуктив-

ного здоровья, осложнений беременности, родов и исходов для матери, плода и новорожденного представляются весьма актуальными для Кыргызской Республики.

Литература:

1. Всемирная Организация Здравоохранения. Воздействие взвешенных частиц на здоровье. [Текст] / ВОЗ // Всемирная организация здравоохранения. Европейское региональное бюро. - 2013. - 16 с.
2. Стреляева А.Б. Исследования запыленности в жилой зоне, расположенной вблизи промышленных предприятий частицами PM₁₀ и PM_{2,5} [Текст] / А.Б. Стреляева, Л.М. Лаврентьева, В.В. Лупиногин, И.А. Гвоздков // Инженерный вестник Дона. - 2017. - №2. - 8 с.
3. Рекомендации ВОЗ по качеству воздуха, касающиеся твердых частиц, озона, двуокси азота и двуокси серы [Текст] // ВОЗ. Глобальные обновленные данные. - 2005. - 31 с.
4. Конвенция о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния [веб-сайт] // Женева: Европейская экономическая комиссия ООН. - 2012.
5. Просвирякова И.А. Гигиеническая оценка загрязнения атмосферного воздуха мелкодисперсными твердыми частицами, как фактор риска здоровью населения [Текст] / И.А. Просвирякова // Минск: автреф... к.м.н. - 2018. - 22 с.
6. Просвирякова И.А. Гигиеническая оценка содержания твердых частиц PM₁₀ и PM_{2,5} в атмосферном воздухе и риска для здоровья жителей в зоне влияния выбросов стационарных источников промышленных предприятий [Текст] / И.А. Просвирякова, Л.М. Шевчук // Анализ риска здоровью. - 2018. - №2. - С. 14-22.
7. Сабитов О. Загрязнение частицами PM_{2,5} сокращает продолжительность жизни более чем на год [Текст] / О.Сабитов // EurekAlert/ - 2018. - С.1-4.
8. Национальный доклад о состоянии окружающей среды Кыргызстана 2001-2003 [Текст] / Департамент экологии и природопользования. - Бишкек, 2004. - С.1-15.
9. Сабырбеков Р.А. Источники загрязнения воздуха в городах Кыргызстана. Аналитический отчет [Текст] / Р.А. Сабырбеков // Центр окружающей среды и развития АУЦА (ЦОР). - Бишкек, 2018. - 25 с.
10. Фонкен Л.К. Загрязнение воздуха ухудшает познавательную способность, вызывая депрессивные симптомы поведения и изменяет гиппокамповую цитокиновую экспрессию и морфологию [Текст] / Л.К. Фонкен, Икс Сюй, З.М. Уейл, Джи Чен с соавт. // США: Молекулярная психиатрия. - 2011. - №16. - С.987-995.

Рецензент: к.м.н. Назаралиева С.Б.