

УДК 614.71/72(517)

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ГОРОДА УЛАН-БАТОРА НА ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ

© 2014 Т.А. Елфимова¹, Н.В. Ефимова¹, В.А. Батурин², С. Будням³,
Н.С. Малтугуева², А.Б. Столбов²

¹ Восточно-Сибирский научный центр экологии человека СО РАМН, г. Ангарск

² Институт динамики систем и теории управления СО РАН, г. Иркутск

³ Монгольский государственный университет, Улан-Батор (Монголия)

Поступила в редакцию 24.09.2014

В статье представлены результаты оценки риска здоровью населения г. Улан-Батора, связанного с загрязнением атмосферного воздуха. Топливо-энергетическая промышленность, транспорт и особенности жилой застройки приводят к поступлению в атмосферу значительных количеств выбросов вредных веществ, что обуславливает высокий потенциальный риск для здоровья. Показатели суточной обрабатываемости и индексов опасности имеют статистически значимую связь в старших возрастных группах трудоспособного населения.

Ключевые слова: *загрязнение, атмосферный воздух, суточная заболеваемость, индекс опасности, возрастные группы*

На протяжении ряда лет загрязнение атмосферного воздуха в столице Монголии г. Улан-Баторе находится на очень высоком уровне [2, 4]. Это связано с метеорологическими и орографическими условиями: город расположен на берегу реки в узкой долине, окружен горами, что способствует застою воздушных масс. Преобладающими направлениями ветра в летний период года являются северо-западное и северное, в зимний – юго-восточное. Формирование высокой контаминации воздушного бассейна города связано с концентрацией источников загрязнения, количеством сжигаемого топлива и неблагоприятным расположением ТЭЦ в плане городской застройки. Все источники расположены без учета розы ветров: высотные (ТЭЦ №№2, 3, 4) в юго-западном и западном районах, котельные – в северной и восточной части города.

Елфимова Татьяна Александровна, младший научный сотрудник лаборатории медицинской экологии. E-mail: borey1986@mail.ru

Ефимова Наталья Васильевна, доктор медицинских наук, профессор, заведующая лабораторией медицинской экологии. E-mail: medecolab@inbox.ru

Будням Санжаа, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий отделом института математики. E-mail: budnyatsan@gmail.com

Батурин Владимир Александрович, доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник. E-mail: rozen@icc.ru

Столбов Александр Борисович, младший научный сотрудник. E-mail: stolboff@icc.ru

Малтугуева Надежда Станиславовна, программист. E-mail: malt-nadezhda@yandex.ru

Значительный вклад в загрязнение атмосферного воздуха Улан-Батора вносит передвижная одноэтажная (юрточная) застройка, которая окружает благоустроенную часть города со всех сторон и располагается на возвышенности. Несовершенная конструкция печей и низкое качество топлива приводит к неполному его сгоранию и необходимости увеличения расхода топлива, что увеличивает загрязнение атмосферного воздуха Улан-Батора. За одну топку в юрте расходуется в среднем 1-2 кг сухих дров и 12-15 кг каменного угля, для полного дожигания которых затрачивается 1,5-2 часа, при этом в атмосферу поступает 0,19 кг диоксида серы и 0,065 кг золы [2, 4].

Цель работы: дать оценку риска здоровью населения Улан-Батора, связанную с аэро-выбросами источников теплоснабжения.

Материалы и методы. По данным инвентаризации выбросов проведены расчеты рассеивания диоксида серы, оксидов азота, оксида углерода, взвешенных веществ (ВВ) в атмосферном воздухе Улан-Батора с помощью программного средства «УПРЗА-Эколог». Определены максимально разовые концентрации указанных веществ в приземном слое воздушного бассейна отдельных районов города, обозначенных на карте согласно номерам постов гидрометслужбы (УБ1- УБ 11) (рис. 1).

Анализ обрабатываемости за медицинской помощью в лечебные учреждения проведен по данным информационной базы департамента здравоохранения Улан-Батора. Так как основной

мишенью воздействия примесей, образующихся при сгорании топлива, являются респираторные пути, была рассмотрена заболеваемость по классу болезней органов дыхания (J00-99 по МКБ-10) с оценкой суточной обращаемости в течение года. Всего учтено более 110 тысяч случаев заболеваний за 2010-2012 гг., которые сгруппированы по отдельным возрастным группами и районам проживания пациентов. Заболеваемость рассчитывали на 1000 населения: «всего» и со-

ответствующего возраста. Для статистической обработки использован пакет «Statistica» 6.0. Корреляционные связи между показателями оценивались с помощью коэффициента Пирсона (r_{xy}). Характеристика содержания примесей в воздушном бассейне по районам представлено в виде пределов арифметического среднего (с 95% вероятностью). Сравнение средних величин проводили по t-критерию Стьюдента, различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

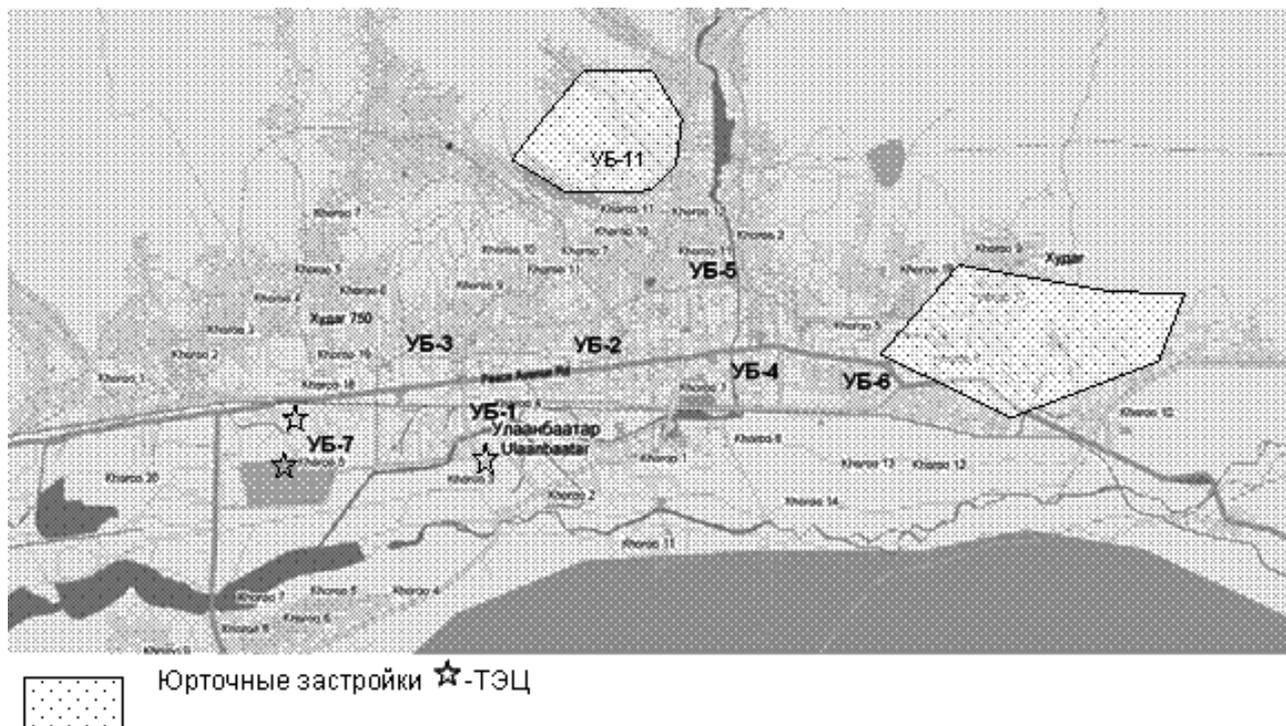


Рис. 1. Посту гидрометеослужбы в г. Улан-Баторе

Результаты и их обсуждение. Среднее количество вредных веществ, поступающих, как из крупных стационарных источников (ТЭЦ), так и из огромного количества низких (топки юрт), составляло 1020,0 т/сут. Годовая динамика выбросов точно повторяет ход среднемесячных температур в Улан-Баторе. В результате работы ТЭЦ в воздушный бассейн города поступает 1461,05 тыс. т. примесей в год. По расчетам установлено, что в среднем по районам концентрации диоксидов серы, азота, оксидов азота и углерода не превышали установленных гигиенических нормативов. Расчетные концентрации SO_2 и NO_2 составляли 0,5-0,6 ПДК_{м.р.}, NO – 0,05-0,08 ПДК_{м.р.}, CO – 0,05-0,06 ПДК_{м.р.}. Концентрации ВВ в среднем по городу составляли 6,1-7,4 мг/м³, что выше ПДК_{м.р.} в 12-14 раз. Наибольшее содержание ВВ отмечено в районах Улан-Батора (УБ 3, УБ 4 и УБ 7), приближенных к источникам выбросов (среднее 7,1-7,4 мг/м³), где максимальная концентрация превышала ПДК_{м.р.} в 19 раз. В указанных районах концентрации прочих веществ также выше, чем на других территориях города, однако статисти-

ческой значимости эти различия не имели. Минимальное содержание ВВ (3,7-5,5 мг/м³) отмечено в районах УБ 1, УБ 2, УБ11.

По данным расчета рассеивания примесей, поступающих в атмосферный воздух в результате сгорания топлива в топках юрт, содержание поллютантов (BB , SO_2 , NO_2) в районах, где сосредоточено большое количество юрт (УБ-6, УБ-2, УБ-3), превышает гигиенические нормативы. Особенно опасным представляется поступление в воздушный бассейн твердых частиц. Концентрации веществ, поступающих от низких источников малой мощности (топок юрт) выше, чем от высоких источников по NO_2 и SO_2 , а поступление ВВ в большей степени связано с деятельностью ТЭЦ. Сравнивая количество валовых выбросов по основным группам источников: ТЭЦ, котельные и топки юрт, отметим, что их роль в формировании контаминации воздушного бассейна сильно различается. Эмиссия от ТЭЦ превышала суммарный выброс котельных в 12,5 раза, юрт – в 22,1 раза.

Для оценки ингаляционного потенциального риска для здоровья населения по расчетным

и фактическим (полученных при измерениях на постах наблюдения гидрометеослужбы (ГМС) Монголии) данным провели расчет индексов опасности по отдельным районам (табл. 1). Ранжирование территорий по уровню индекса опасности, связанного с хронической нагрузкой, рассчитанного по данным ГМС Монголии, можно представить следующим образом: УБ5>УБ2>УБ4>УБ7>УБ1>УБ8>Б3>УБ6. Ранговый ряд индекса опасности по острому воздействию, связанному с максимально возможным загрязнением атмосферного воздуха выглядит несколько иначе УБ5>УБ1>УБ2>УБ7>УБ8>УБ4. Наиболее высокое хроническое ингаляционное воздействие наблюдается в центральной части города (УБ1, УБ2, УБ5, УБ4). Выявлена зависимость между уровнями индекса опасности кратковременного и хронического загрязнения ($r_{xy}=0,75$ $p<0,05$). Максимальную долю в суммарный общетоксический риск вносят ВВ, сложный химический и структурный состав которых определяет риск развития неблагоприятных эффектов [5].

Таблица 1. Общетоксический риск для здоровья населения Улан-Батора (по данным мониторинга гидрометеослужбы)

| Районы | Н _{ас} (по расчетным данным) | По фактическим данным | |
|--------|---------------------------------------|-----------------------|-----------------|
| | | Н _{chr} | Н _{ас} |
| УБ3* | 7,4 | 1,5 | 0,3 |
| УБ7 | 7,1 | 5,2 | 8 |
| УБ5 | 6,8 | 10,6 | 16,9 |
| УБ4 | 7,3 | 3,1 | 6,7 |
| УБ2* | 6,1 | 0,7 | 0,4 |
| УБ6 | 6,9 | 6,1 | 3,7 |
| УБ1 | 6,8 | 4,1 | 14,8 |

Примечание: * - посты с неполной программой наблюдения за содержанием примесей; индексов опасности: Н_{ас} – острого, Н_{chr} – хронического воздействия

Самые высокие уровни суточной первичной обращаемости характерны для населения старших возрастных групп 60-64 года и более 65 лет, а также детей (табл. 2). Возрастная структура суточной обращаемости населения Улан-Батора отличается от таковой в России, Китае, странах Евросоюза [3, 6-8], где чаще всего обращаются за медицинской помощью дети и лица молодого, трудоспособного возраста. Среди районов Улан-Батора к территориям риска следует отнести УБ1 и УБ2, где в среднем регистрируется 37,5 и 18,2 случаев в сутки на 1000 населения, соответственно. Следовательно, суточная обращаемость ассоциирована с кратковременной ингаляционной экспозицией. Установлены зависимости между показателями суточной обращаемости по поводу болезней органов дыхания и НИ во всех возрастных группах только с краткосрочным загрязнением. Наиболее статистически значимые связи характерны для старших возрастных групп трудоспособного возраста: 50-54 года ($r_{xy}=0,89$), 55-59 лет ($r_{xy}=0,92$), 60-65 лет ($r_{xy}=0,93$). Возможно, это связано с несколькими причинами. Во-первых, с большей чувствительностью органов дыхания к химической ингаляционной нагрузке респираторной системы при сочетании инволютивных изменениях и накопленной коморбидной заболеваемостью лиц пожилого возраста [1, 6]. Во-вторых, социальный аспект формирования высокого уровня заболеваемости населения в группах старшего трудоспособного возраста (50-60 лет) и раннего пенсионного возраста (60-65 лет, когда многие еще работают), объясняется обязательным обращением за медицинской помощью для оформления листа нетрудоспособности [3].

Таблица 2. Впервые выявленная суточная заболеваемость населения Улан-Батора по районам (на 1000 населения соответствующего возраста)

| Районы | Возрастные группы, лет | | | | | | | | | | | | Все население |
|--------|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|---------------|
| | 0-14 | 15-19 | 20-24 | 25-29 | 30-34 | 35-39 | 40-44 | 45-49 | 50-54 | 55-59 | 60-64 | более 65 лет | |
| УБ3 | 5,2 | 5,3 | 5,4 | 4,2 | 4,0 | 4,3 | 3,7 | 4,2 | 4,6 | 5,3 | 6,7 | 5,38 | 4,8 |
| УБ7 | 14 | 11,7 | 9 | 7,2 | 7,6 | 7,7 | 8,6 | 15,2 | 16,7 | 20,0 | 12,6 | 12,2 | 11,9 |
| УБ5 | 12,2 | 9,1 | 9,7 | 10,8 | 12,7 | 12,3 | 20 | 22,1 | 28,8 | 30,1 | 26 | 24,9 | 18,2 |
| УБ4 | 9,8 | 8,0 | 5,8 | 7,3 | 7,8 | 10,3 | 9,8 | 15,6 | 24 | 20,4 | 14,8 | 16,3 | 12,5 |
| УБ2 | 13,3 | 5,3 | 6,2 | 4,2 | 4,8 | 4,7 | 5,5 | 6,4 | 8,0 | 6,0 | 7,2 | 6,1 | 6,6 |
| УБ6 | 0,9 | 2,1 | 3,4 | 3,1 | 3,5 | 3,2 | 3,6 | 4,7 | 9,2 | 12,4 | 19,4 | 20,2 | 7,1 |
| УБ1 | 25,7 | 18,2 | 16,8 | 19,9 | 21,8 | 30,3 | 33,3 | 39,7 | 47,9 | 56,6 | 63,8 | 75,5 | 37,5 |

Выводы:

1. В Улан-Баторе вследствие развития топливно-энергетической промышленности и транспорта, а также особенностей жилой застройки (норточное расселение) существует опасность поступления в атмосферу значитель-

ных количеств выбросов вредных веществ, прежде всего продуктов сгорания топ-лива, что приводит к высокому потенциальному риску.

2. Сравнение расчетных и фактических данных свидетельствует о необходимости расширения программы наблюдения за загрязнением

воздушного бассейна в удаленных районах города, размещающих большое количество юрт.

3. Установлены статистически значимые связи между показателями суточной обращаемости и индексами опасности по краткосрочному загрязнению. Наиболее значимые связи характерны для старших возрастных групп трудоспособного возраста.

Исследования поддержаны грантом №1 СО РАН и Академии наук Монголии, «Математическое моделирование и информационные технологии в задачах оценки и прогнозирования здоровья населения города Улан-Батор в зависимости от социальных, экологических и экономических факторов»

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Бачинский, О.М. Клинико-патологические особенности профессионального бронхита / О.М. Бачинский, В.И. Бабкина // Мед. труда и пром. патология. 2014. №7. С. 28-31
2. Баярсайхан, Г. Исследование загрязнения воздушной среды Улан-Батора // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-техн. журнал). 2009. №3. С. 96-100.
3. Рагимова, Р.Ш. Анализ обращаемости населения пожилого и старческого возраста в городские поликлиники // Здравоохранение РФ. 2011. №3. С. 38-40.
4. Энхцэцэг, Ш. Гигиеническая оценка влияния загрязнения атмосферного воздуха на показатели естественной резистентности организма детей Монголии, проживающих в условиях различной экологической напряженности. Автореф. на соиск. уч. степ. канд. мед. наук. – Иркутск, 2000. 28 с.
5. Air Quality guidelines for particulate matter, Ozone, Nitrogen, Dioxide, Sulfur Dioxide. – Geneva, Switzerland, 2006. 17 p.
6. Fabbri, L.M. Complex chronic comorbidities of COPD / L.M. Fabbri, F. Luppi, B. Beghe, K.F. Rabe // Eur. Respir. J. 2008. №31. P. 204-212.
7. Wheeler, B.W. Environmental equity, air quality, socioeconomic status and respiratory health: A linkage analysis of routine data from the health survey for England / B.W. Wheeler, Y.J. Ben-Shlomo // Epidemiol and Community Health. 2005. 59. №11. P. 948-954.
8. Xiaochaan, P. Health benefit evaluation of the denergy use scenarios in Beijing, China / P. Xiaochaan, H. Wei, T. Keven // Science of Total Environm. 2007. № 374. P. 242-251.

ASSESSMENT OF INFLUENCE THE POLLUTION ATMOSPHERIC AIR IN ULAN-BATOR CITY ON THE POPULATION INCIDENCE

© 2014 Т.А. Elfimova¹, N.V. Efimova¹, VA. Baturin², S. Budnyam³,
N.S. Maltuguyeva², A.B. Stolbov²

¹ East Siberian Scientific Center of Human Ecology SB RAMS, Angarsk

² Institute of Systems Dynamics and Theory of Management SB RAS, Irkutsk

³ Mongolian State University, Ulan-Bator (Mongolia)

Results of assessment the risk to health of the population in Ulan-Bator city, connected with pollution of atmospheric air, are presented in article. The fuel and energy industry, transport and features of housing estate lead to receipt in the atmosphere of significant amounts the emissions of harmful substances that causes high potential risk for health. Indicators of daily negotiability and indexes of danger have statistically significant communication in the senior age groups of able-bodied population.

Key words: *pollution, atmospheric air, daily incidence, danger index, age groups*

Tatiana Elfimova, Minor Research Fellow at the Medical Ecology Laboratory. E-mail: Borey1986@mail.ru

Nataliya Efimova, Doctor of Medicine, Professor, Chief of the Medical Ecology Laboratory. E-mail: medecolab@inbox.ru

Sanjaa Budnyam, Doctor of Physics and Mathematics, Professor, Head of the Department at the Mathematics Institute. E-mail: budnyamsan@gmail.com

Vladimir Baturin, Doctor of Physics and Mathematics, Main Research Fellow. E-mail: rozen@icc.ru

Nadezhda Maltugueva, Programmer. E-mail: malt-nadezhda@yandex.ru

Alexander Stolbov, Minor Research Fellow. E-mail: stolboff@icc.ru