

УДК 504.054:504.064:504.3.054:550.47:550.75

К ОЦЕНКЕ ВЛИЯНИЯ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫМИ НОВООБРАЗОВАНИЯМИ В АЛТАЙСКОМ КРАЕ

© 2016 г. А.Н. Романов¹, А.О. Ковригин^{1,2}, А.Ф. Лазарев², В.А. Лубенников²

¹ Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул, Россия

² Алтайский филиал Российского онкологического научного центра им. Н.Н. Блохина, г. Барнаул, Россия

Основными факторами канцерогенного риска для здоровья населения выступают загрязнение атмосферного воздуха промышленными предприятиями и автомобильным транспортом, использование угольного шлака для строительства жилых и подсобных помещений, наличие застойных зон в жилом секторе. Природные факторы (рельеф, преобладающие направления ветров) способствуют ослаблению или усилению техногенных факторов. По результатам оценки концентраций загрязняющих веществ в снежном покрове г. Барнаул выявлены жилые микрорайоны, находящиеся на пересечении путей атмосферного распространения канцерогенных веществ и характеризующиеся концентрациями, значительно превышающими ПДК. На этих участках происходит суммарное накопление канцерогенных веществ одновременно от нескольких источников и практически при любой розе ветров в течение всего года наблюдается воздействие одного из источников загрязнения. В оценке канцерогенного риска территории заметную роль играет соотношение между рельефом местности и высотой расположения квартир над земной поверхностью. На основе использования данных канцер-регистра в г. Барнаул выявлен повышенный уровень числа заболеваний злокачественными новообразованиями в многоэтажных домах, расположенных на участках с резким изменением рельефа (на уступах, холмах, в низинах). Одной из возможных причин является возникновение застойных зон и ветровых теней, в которых при определенном соотношении между рельефом, высотой и формой домов происходит максимальное накопление канцерогенных веществ.

Ключевые слова: загрязняющие вещества, атмосферный перенос, снежный покров, полиароматические углеводороды.

PACS 92.60.Sz

Введение

Возникновение злокачественных новообразований (ЗН) у населения относится к социально опасным явлениям. При исследовании факторов, способствующих возрастанию канцерогенного риска населения, вызывает интерес проблема комплексной оценки

суммарного влияния природных и техногенных факторов. К действиям техногенных факторов в первую очередь относятся образование канцерогенных загрязняющих веществ разных типов и в разных количествах, их пространственное распространение; возведение искусственных объектов (многоэтажных домов, промышленных корпусов) на путях атмосферного переноса примесей, что приводит к их аккумуляции в результате образования застойных зон; негативное влияние сильных электромагнитных полей промышленных частот, использование строительных материалов с повышенным радиоактивным фоном, высоким содержанием тяжелых металлов или других канцерогенных примесей. Природные факторы (особенности рельефа местности (уступы, овраги, низины и др.), преобладающие направления ветров, погодноклиматические условия и т.д.) могут усиливать или ослаблять воздействие техногенных факторов.

Высокий канцерогенный риск связан с атмосферным загрязнением территории населенных пунктов канцерогенными веществами, в первую очередь полиароматическими углеводородами (ПАУ). Источниками ПАУ являются промышленные выбросы загрязняющих веществ, транспортные выхлопы и др. Соответственно повышенные концентрации ПАУ наблюдаются в районах с интенсивным движением автомобильного транспорта и на промышленных предприятиях. Поступление ПАУ в атмосферный воздух вызывает все большую озабоченность в связи с их высокой канцерогенностью и мутагенностью [Kuan-Foo Chang et al., 2006; Ki-Hyun Kim et al., 2013].

Исследование связи между уровнем загрязнения воздуха ПАУ и раком легких показало, что дополнительные риски заболеваний ЗН увеличиваются в отопительный сезон [Kyung Hwa Jung et al., 2014], выше в городах, чем в сельской местности, более выражены у взрослого населения, чем в других возрастных группах, немного выше у женщин, чем у мужчин [Zhonghuan Xia et al., 2013; Abril et al., 2014].

Вторичным источником ПАУ, вносящим вклад в атмосферное загрязнение, является почвенный покров. Загрязненные почвы, особенно в густонаселенных районах, увеличивают риск заболеваний ЗН среди населения [Yan-Li Wei et al., 2014]. Риск возникновения ЗН высок у работников обрабатывающей промышленности за счет попадания ПАУ в организм человека через дыхательные пути и кожу [Perng-Jy Tsai et al., 2001]. В качестве вторичного источника ПАУ выступают также атмосферные осадки, переносимые из других регионов [Yajuan Yu et al., 2008; Chi Peng et al., 2011]. Атмосферные концентрации ПАУ в пределах городов и их окрестностей уменьшаются в следующем порядке: центр города – окраина – пригород – деревня – природная местность [Nielsen et al., 1996]. В сельской местности источником атмосферного загрязнения ПАУ является сжигание дров и отходов растениеводства в осенний период [Wickramasinghe et al., 2011; Jiabao He et al., 2014].

Распространение загрязняющих веществ в атмосфере в значительной мере зависит от рельефа местности. Как показано на примере мегаполиса Сан-Паулу (Бразилия), расположенного на плато на высоте 800 м над ур. моря, загрязнение атмосферы в мегаполисе в значительной мере обусловлено сочетанием орографии региона с выбросами от промышленного комплекса «Cubatao», находящегося в 70 км от города, в прибрежной полосе, ограниченной горным уступом [Allen et al., 2008]. В г. Канди (Шри-Ланка), расположенном в центре долины, окруженной горами, основным источником атмосферных загрязнений являются выбросы от ежедневного потока примерно 100 000 автомобилей, значительная часть которых относится к устаревшим моделям и находится в плохом состоянии [Wickramasinghe et al., 2011].

Повышенные концентрации ПАУ наблюдаются в застойных зонах, образующихся в результате неправильной городской застройки. Долговременное нахождение человека в

этих зонах повышает риск заболеваний ЗН [Masao Kishida et al., 2011]. Рельеф территории и высота здания обуславливают различие уровней концентрации ПАУ на разных этажах высотных зданий. Соответственно возникает различие в потенциальных рисках для здоровья, связанных с вдыханием воздуха на различных этажах этих зданий. Установлено, что вертикальный профиль распределения ПАУ изменяется в зависимости от высоты здания и конфигурации блока, оказывающего влияние на вертикальное распределение твердых частиц ПАУ [Kalaiarasan et al., 2009].

В данной работе приведены результаты исследований распространения полиароматических углеводородов (ПАУ) на территории крупного промышленного центра на примере г. Барнаул и показана возможность возникновения микроочагов заболеваемости ЗН при совокупном влиянии природных и техногенных факторов.

Краткий анализ канцерогенной ситуации в Алтайском крае

По данным Главного управления по здравоохранению и фармацевтической деятельности Алтайского края, Алтайский край входит в число регионов России, неблагоприятных по онкологической заболеваемости. Заметный рост числа онкологических заболеваний отмечен с начала 1950-х годов и был связан с деятельностью Семипалатинского ядерного испытательного полигона [Zaridze, 1995; Ilyinskikh et al., 1997].

В настоящее время прирост числа больных с установленным впервые в жизни диагнозом ЗН свидетельствует об устойчивой тенденции увеличения онкологической заболеваемости в крае. Ведущими локализациями в структуре заболеваемости мужского населения края являются ЗН трахеи, бронхов, легкого, желудка, немеланомные новообразования кожи и предстательной железы; в структуре заболеваемости женского населения – рак молочной железы, немеланомные новообразования кожи, рак желудка и ободочной кишки. Показатели заболеваемости раком легкого у мужского населения превышают средний показатель по Российской Федерации. Канцерогенный риск для здоровья населения, связанный с загрязнением атмосферного воздуха промышленными предприятиями и автомобильным транспортом, образованием застойных зон в жилом секторе, составляет 10–30 % [Ильницкий, 2005].

К основным загрязнителям атмосферного воздуха, превышающим ПДК, в Алтайском крае относятся: формальдегид, 3, 4-бенз(а)пирен, этилбензол, диоксид азота, взвешенные вещества, оксид углерода, диоксид серы, свинец и его неорганические соединения. Из 167 приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха 24 относятся к канцерогенам: 1, 1-дихлорэтен, 1, 2-дихлорэтан, 1, 3-бутадиен, анилин, бенз(а)пирен, бензол, винилхлорид, гидразин гидрат, диоксины, кадмий и его соединения, мышьяк и его соединения, никель и его соединения, оксид кадмия, сажа, свинец и его соединения, тетрахлорметан, тетрахлоэтилен, трихлорметан, трихлорэтилен, формальдегид, хлороформ, хром (VI), эпихлоргидрин, этилбензол и др. Основными веществами – загрязнителями атмосферного воздуха Алтайского края в 2010–2012 гг. (с превышением ПДК в 5 раз и более) являлись формальдегид, бенз(а)пирен, взвешенные вещества, ксилол, фенол, оксид углерода, сероводород, углерод. В 2012 г. на территориях с концентрацией загрязняющих веществ в атмосферном воздухе >1 ПДК проживало более 860 тыс. человек, >5 ПДК – более 202 тыс. человек [Государственный доклад..., 2014].

В 2010–2012 гг. в Алтайском крае было выделено шесть территорий «риска», на которых наблюдались высокие уровни загрязнения атмосферного воздуха, превышающие

ПДК для некоторых веществ-загрязнителей более чем в 5 раз (некоторые микрорайоны городов Алейск, Барнаул, Бийск, Новоалтайск, Рубцовск, пос. Степное Озеро). Для десяти территорий наблюдалось превышение ПДК для отдельных веществ в 2–5 раз (города Алейск, Барнаул, Бийск, Камень-на-Оби, Новоалтайск, Рубцовск, Павловск, пос. Горняк, с. Новогорьевское, с. Староалейское) [Государственный доклад..., 2014].

Методы исследований

В качестве основного объекта исследования был выбран г. Барнаул, характеризующийся высоким уровнем заболеваемости ЗН, что может быть связано с совокупным влиянием техногенных и природных факторов. К техногенным факторам, способствующим возрастанию канцерогенного риска в отдельных микрорайонах города, относятся:

- загрязнение атмосферы выбросами промышленных предприятий;
- загрязнение атмосферы и почвенного покрова автомобильным транспортом, особенно вблизи крупных автотранспортных магистралей и на автостоянках;
- загрязнение атмосферы в результате периодических возгораний на полигоне бытовых отходов (ПБО);
- ветровой перенос загрязняющих веществ с поверхности полей фильтрации (ПФ), входящих в комплекс очистных канализационных сооружений;
- наличие высотных зданий, способствующих перераспределению потоков атмосферного загрязнения и приводящих к образованию застойных зон.

К природным факторам отнесены неоднородность рельефа (холмистость, наличие уступов и естественных понижений с перепадом высот до 110 м), преобладающие направления ветров, частые штили. Природно-климатические и атмосферные параметры г. Барнаул таковы, что в зимние месяцы из-за слабого проветривания могут создаваться благоприятные условия для накопления загрязнителей в атмосферном воздухе и, соответственно, в снежном покрове территории [Romanov *et al.*, 2011].

Для определения в снежном покрове г. Барнаул массовых концентраций канцерогенных ПАУ, присутствие которых в окружающей среде значительно увеличивает риск возникновения ЗН у населения, снеговые пробы отбирались в период максимального снегонакопления (март–апрель). По данным канцер-регистра выявлялись микроочаги заболеваемости ЗН (микрорайоны, участки улиц, отдельные многоэтажные дома), количество онкологических больных в которых превышало аналогичный показатель для близлежащих территорий.

При натурном обследовании отдельных территорий производился их визуальный осмотр, изучались возможные причины природного и техногенного характера, повышающие риск возникновения ЗН: условия природной среды; орографические особенности территории; наличие природных объектов, способных вызвать перераспределение ветровых потоков; возможность образования застойных зон и ветровых теней; наличие антропогенных источников загрязнений, включая природные среды (загрязненные почвы, водоемы и искусственные объекты); использование канцерогенных и мутагенных материалов в жилищном и гражданском строительстве на территории, прилегающей к обнаруженным микроочагам заболеваемости ЗН; попадание отдельных жилых массивов в зону атмосферного переноса и выпадения канцерогенных веществ.

Результаты исследований и обсуждение

На рис. 1 приведена карта-схема г. Барнаул, построенная с использованием снимков спутника Landsat, на которой выделены микрорайоны с высоким уровнем заболеваемости ЗН и отмечены основные источники загрязнений. На рис. 2 приведена реконструированная с помощью программного обеспечения «Google Earth» карта рельефа северо-восточной части г. Барнаул, образованной оконечностью Приобского плато и поймой р. Обь с перепадом высот от 50 до 110 м. В пойме р. Обь расположены поля фильтрации, являющиеся одним из источников возможного загрязнения окружающей среды. На уступе находится промзона, включающая завод асбестотехнических изделий, шинный завод, завод резинотехнических изделий, ТЭЦ-2, полигон бытовых отходов (ПБО) и др. Наличие уступа способствует существенному перераспределению атмосферных потоков, образованию ветровых теней и накоплению в них загрязняющих веществ. Загрязнение канцерогенными веществами жилого микрорайона М1, расположенного под уступом, в значительной мере обусловлено атмосферными выбросами ТЭЦ-2 и влиянием старых очистных сооружений.

На рис. 3 показаны микрорайоны М2 и М3, расположенные на пересеченной местности (на участке перехода от Приобского плато к пойме р. Обь) и характеризующиеся высоким уровнем заболеваемости ЗН среди населения. В непосредственной близости от микрорайонов находятся следующие источники загрязнений: ПБО (1 км), очистные сооружения (1.5 км), промзона (0.5 км); рядом с микрорайоном проходит автомобильная магистраль с интенсивным автомобильным движением. Перечисленные объекты являются основными источниками загрязнений. На основе многолетних данных о розе ветров установлено, что преимущественным является юго-западное направление ветра

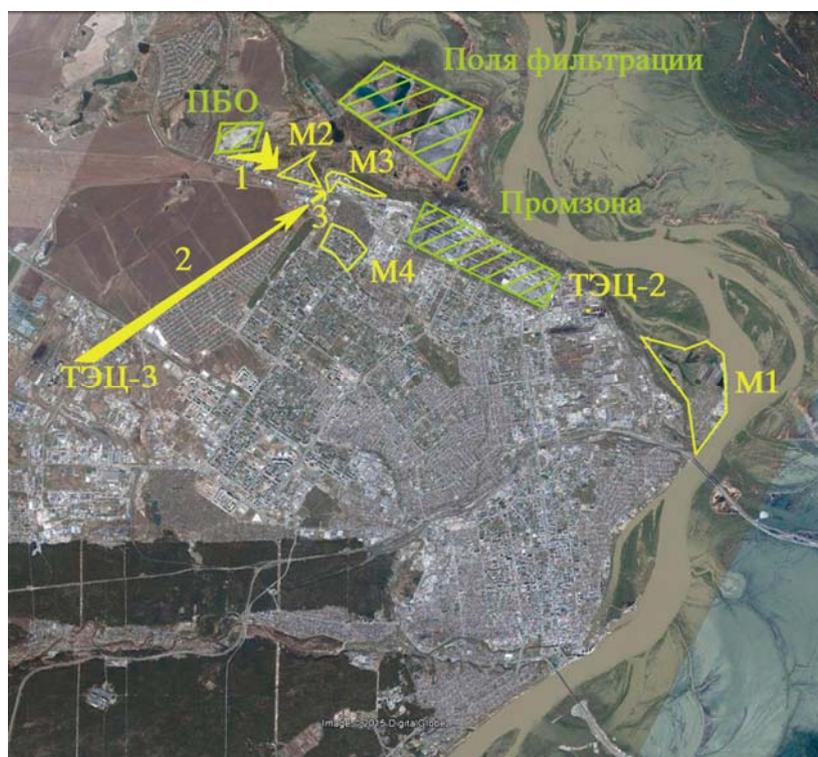


Рис. 1. Карта-схема территории г. Барнаул

М1–М4 – микроочаги заболеваемости ЗН в соответствующих микрорайонах города; 1–3 – трансекты, по которым проводился отбор проб: 1 – от ПБО до М2; 2 – 0–5 км от ТЭЦ-3; 3 – 5–7 км от ТЭЦ-3



Рис. 2. Реконструкция рельефа северо-восточной части г. Барнаул
Усл. обозн. см. на рис. 1

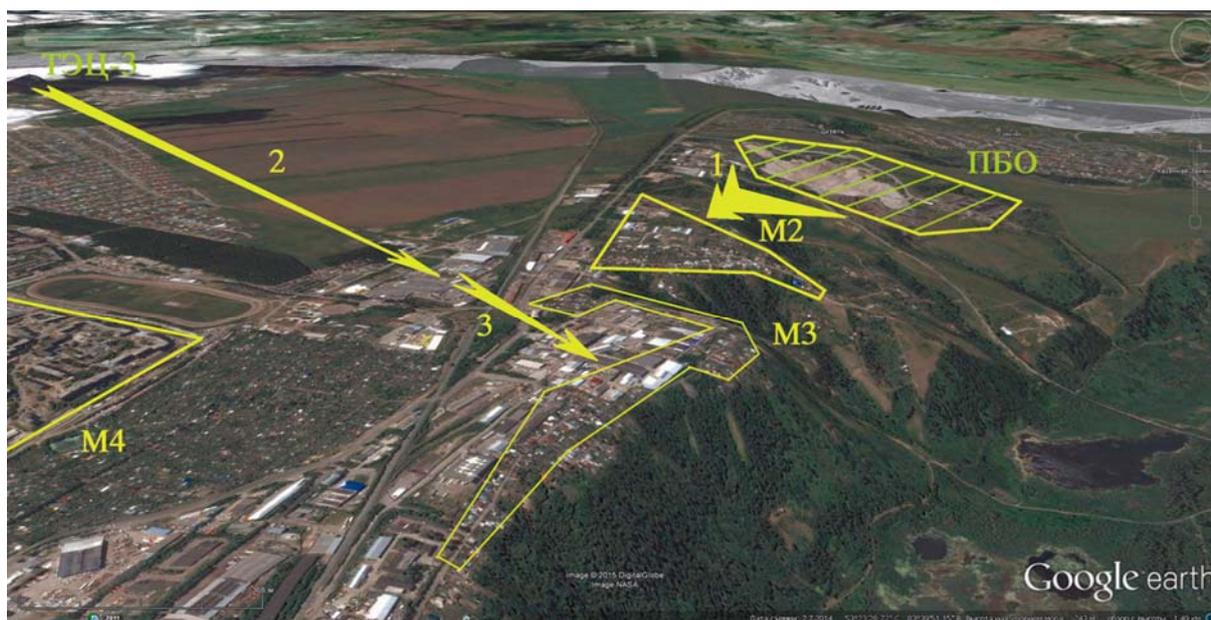


Рис. 3. Реконструкция рельефа микрорайонов М2 и М3 г. Барнаул
Усл. обозн. см. на рис. 1

(от ПБО на территорию жилой зоны). Согласно проведенным ранее исследованиям, территория ПБО содержит большое количество диоксинов, относящихся к сильным канцерогенным веществам [Винокуров и др., 1999].

Концентрации загрязняющих веществ в снежном покрове в направлении от ПБО к микрорайону М2 определялись за период снегонакопления с ноября по март 2010 г. Из анализа экспериментальных данных следует, что микрорайон попадает в зону ветрово-

го переноса атмосферных загрязнений от ПБО. Концентрации бенз(а)пирена на территории микрорайона на разном (от 1 до 2 км) расстоянии от ПБО превышают в 7–12 раз фоновые концентрации, что может быть связано с загрязнением территории в результате периодических возгораний и самовозгораний, происходящих на полигоне ежегодно. Зависимость суммарной концентрации восьми канцерогенных ПАУ (бенз(а)антрацен, хризен, бенз(б)флуорантрен, бенз(к)флуорантрен, бенз(д)флуорантрен, бенз(а)пирен, дибенз(а,г)антрацен, индено(1,2,3-сд)пирен) от расстояния до ПБО была аппроксимирована прямой линией (рис. 4, график 1). Отбор проб производился по трансекту 1 (см. рис. 1 и 3).

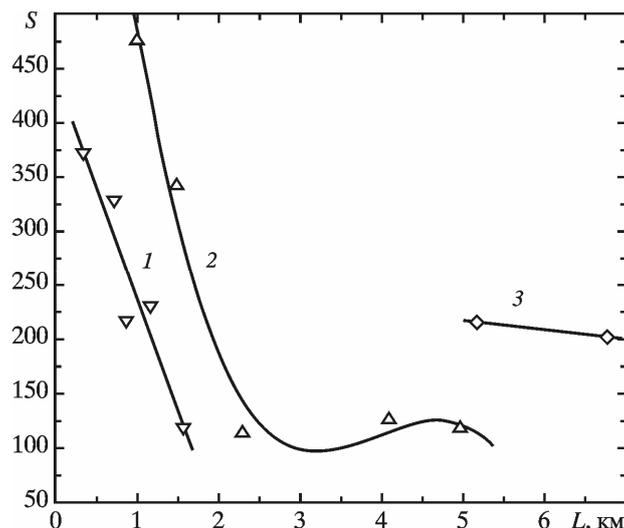


Рис. 4. Зависимость суммарной концентрации восьми канцерогенных ПАУ в снеговом покрове г. Барнаул в зависимости от расстояния до ТЭЦ-3 (1, 3) и ПБО (2)

Пояснения см. в тексте

Восточнее М2 и дальше от ПБО находится микрорайон М3, характеризующийся при этом еще более высокими концентрациями канцерогенных веществ (см. рис. 4, график 3).

На рис. 4 (графики 2, 3) приведена зависимость концентрации канцерогенных ПАУ в снежном покрове от расстояния между ТЭЦ-3 и микрорайоном М3 (см. трансекты 2 и 3 на рис. 1–3). Видно, что на расстоянии 2 км значения концентраций заметно уменьшаются, а на расстоянии 6–7 км (отбор проб производился по трансекту 3 (см. рис. 1, 3)) наблюдается значительное возрастание концентраций. Это связано с тем, что на участке М3 происходит суммарное накопление канцерогенных ПАУ одновременно от четырех источников: ПБО (3.36 км, угол 3.36°), завода асбестоцементных изделий (1.0 км, угол 216°), ТЭЦ-3 (6.17 км, угол 43.72°), ТЭЦ-2 (5.44 км, угол 262.28°). Из анализа всех показателей следует, что на этом участке практически при любой розе ветров в течение всего года наблюдается воздействие хотя бы одного из источников загрязнения. Соответственно концентрации ПАУ для точек, удаленных от ТЭЦ-3 на расстояние от 5 до 7 км (график 3), заметно превышают концентрации, которые могли бы возникнуть в результате влияния только ТЭЦ-3.

Немаловажную роль в оценке канцерогенного риска играет соотношение между рельефом местности и высотой расположения квартир над земной поверхностью. На основе использования данных канцер-регистра в г. Барнаул выявлен повышенный уро-

вень числа заболеваний ЗН в многоэтажных домах, расположенных на участках с резким изменением рельефа (на уступах, холмах, в низинах).

Для проведения исследования были отобраны одиннадцать девятиэтажных жилых зданий, в которых за период с 1992 по 2013 годы было выявлено 373 лица с диагнозом ЗН, установленным впервые в их жизни. Для каждого дома в отдельности был рассчитан интенсивный показатель заболеваемости ЗН на 100 тыс. населения. Данный показатель рассчитывается путем деления числа выявленных случаев на число лиц, проживающих в данном жилом здании с учетом оцениваемого периода лет (в нашем случае 22 года).

Далее создавалась вертикальная схема жилых зданий, где число заболевших аккумуляровалось поэтажно. При этом нормировка на число жителей на каждом этаже не проводилась в связи с отсутствием соответствующей информации. Но это не оказывало большого влияния на результаты, поскольку данному микрорайону уже более 30 лет, застройка там преимущественно панельная и не имеет спроектированных нежилых помещений на первых этажах.

На рис. 5 приведен снимок микрорайона М4 с реконструкцией рельефа. Оказалось, что в домах, расположенных в низине, уровень заболеваемости ЗН проживающего там населения выше, чем у населения жилых домов, расположенных на ровной местности. В домах, находящихся на ровной местности, максимальное число больных ЗН в процентном отношении проживает на 2–3-м и 7–8-м этажах. Для домов, стоящих ниже по высоте (в низине), абсолютное число заболевших проживает на 4–5-м этажах.

Следует отметить, что уровни высот 2–3-го этажей домов, стоящих на ровной местности, соответствуют высотам 4–5-го этажей домов, стоящих в низине. В данном случае одной из возможных причин обнаруженной разницы является возникновение застойных зон и ветровых теней, в которых при определенном соотношении между рельефом, высотой и формой домов происходит максимальное накопление канцерогенных веществ.



Рис. 5. Реконструкция рельефа микрорайона М4 г. Барнаул

Заключение

Результаты проведенных авторами настоящей статьи комплексных исследований показали, что основной причиной повышения канцерогенного риска для человека является совокупное влияние техногенных и природных факторов. Увеличению рисков заболевания ЗН в первую очередь способствует атмосферное загрязнение территории канцерогенными веществами за счет промышленных источников и транспорта. Природные факторы, основными из которых являются рельеф территории и метеорологические условия, могут многократно увеличивать канцерогенные риски.

Результаты исследований могут быть использованы при оценке возможных экологических рисков территории и снижении уровней онкологической заболеваемости путем учета техногенных и природных факторов при градостроительстве.

Благодарности

Экспериментальные исследования проведены при финансовой поддержке Интеграционного проекта № 84 Сибирского отделения РАН.

Литература

- Винокуров Ю.И., Каплинский А.Е., Малыгин М.А., Морозов С.В., Павлов В.Е., Пузанов А.В., Суторихин И.А., Федулкина М.А. Диоксины и фураны в промышленных аэрозолях Алтайского края // Оптика атмосферы и океана. 1999. Т. 12, № 7. С. 662–663.
- Ильницкий А.П. Первичная профилактика рака: место и роль в противораковой борьбе // Первичная профилактика рака. 2005. № 1. С. 3–5.
- Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды в Алтайском крае в 2013 году». Барнаул, 2014. 114 с.
- Abril G.A., Wannaz E.D., Pignata M.L. Source characterization and seasonal variations of atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons at an industrial and semi-urban area through a local-scale biomonitoring network using *T. capillaris* // Microchem. J. 2014. V. 116. P. 77–86.
- Allen A.G., da Rocha G.O., Cardoso A.A., Paterlini W.C., Machado C.M.D., de Andrade J.B. Atmospheric particulate polycyclic aromatic hydrocarbons from road transport in South-East Brazil // Transport. Res. Pt. D: Transport and Environ. 2008. V. 13, N 8. P. 483–490.
- Chi Peng, Weiping Chen, Xiaolan Liao, Meie Wang, Zhiyun Ouyang, Wentao Jiao, Yang Bai. Polycyclic aromatic hydrocarbons in urban soils of Beijing: Status, sources, distribution and potential risk // Environ. Poll. 2011. V. 159, N 3. P. 802–808.
- Ilyinskikh N.N., Eremich A.V., Ivanchuk I.I., Ilyinskikh E.N. Micronucleus test of erythrocytes and lymphocytes in the blood of the Altai region residents living near the Semipalatinsk atomic proving ground // Mutation Res./Genetic Toxic. and Environ. Mutagen. 1997. V. 392, N 3. P. 223–228.
- Jiabao He, Shuxian Fan, Qingzi Meng, Yu Sun, Jian Zhang, Fan Zu. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) associated with fine particulate matters in Nanjing, China: Distributions, sources and meteorological influences // Atmosph. Environ. 2014. V. 89. P. 207–215.
- Kalaiarasan M., Balasubramanian R., Cheong K.W.D., Tham K.W. Particulate-bound polycyclic aromatic hydrocarbons in naturally ventilated multi-storey residential buildings of Singapore: Vertical distribution and potential health risks // Build. and Environ. 2009. V. 44, N 2. P. 418–425.

- Ki-Hyun Kim, Shamin Ara Jahan, Ehsanul Kabir, Richard J.C. Brown.* A review of airborne polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and their human health effects // *Environ. Intern.* 2013. V. 60. P. 71–80.
- Kuan-Foo Chang, Guor-Cheng Fang, Jhy-Cherng Chen, Yuh-Shen Wu.* Atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in Asia: A review from 1999 to 2004 // *Environ. Poll.* 2006. V. 142, N 3. P. 388–396.
- Kyung Hwa Jung, Bian Liu, Stephanie Lovinsky-Desir, Beizhan Yan, David Camann, Andreas Sjodin, Zheng Li, Frederica Perera, Patrick Kinney, Steven Chillrud, Rachel L. Miller.* Time trends of polycyclic aromatic hydrocarbon exposure in New York City from 2001 to 2012: Assessed by repeat air and urine samples // *Environ. Res.* 2014. V. 131. P. 95–103.
- Masao Kishida, Ayako Nishikawa, Keiichi Fujimori, Yasuhiko Shibutani.* Gas-particle concentrations of atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons at an urban and a residential site in Osaka, Japan: Effect of the formation of atmospherically stable layer on their temporal change // *J. of Hazard. Mater.* 2011. V. 192, N 3. P. 1340–1349.
- Nielsen T., Jørgensen H.E., Larsen J.Chr., Poulsen M.* City air pollution of polycyclic aromatic hydrocarbons and other mutagens: Occurrence, sources and health effects // *Sci. of the Total Environ.* 28 October 1996. V. 189–190. P. 41–49.
- Perng-Jy Tsai, Hong-Yong Shieh, Wen-Jhy Lee, Soon-Onn Lai.* Health-risk assessment for workers exposed to polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in a carbon black manufacturing industry // *Sci. of the Total Environ.* 2001. V. 278, N 1–3. P. 137–150.
- Romanov A., Bezuglova N., Zinchenko G., Kovrigin A., Pavlov V., Troshkin D., Khvostov I., Raputa V., Morozov S., Kokovkin V., Lyutsiger A., Shutova K.* Accumulation of the polyaromatic hydrocarbons in a snow cover of altai settlements // *Multimedia Technol. (ICMT), 2011: Intern. conf. on digital object identifier.* 2011. P. 2385–2387. doi: 10.1109/ICMT.2011.6002382.
- Wickramasinghe A.P., Karunaratne D.G.G.P., Sivakanesan R.* PM₁₀-bound polycyclic aromatic hydrocarbons: Concentrations, source characterization and estimating their risk in urban, suburban and rural areas in Kandy, Sri Lanka // *Atmosph. Environ.* 2011. V. 45, N 16. P. 2642–2650.
- Yan-Li Wei, Lian-Jun Bao, Chen-Chou Wu, Zai-Cheng He, Eddy Y. Zeng.* Association of soil polycyclic aromatic hydrocarbon levels and anthropogenic impacts in a rapidly urbanizing region: Spatial distribution, soil–air exchange and ecological risk // *Sci. of the Total Environ.* 2014. V. 473–474. P. 676–684.
- Yajuan Yu, Huaicheng Guo, Yong Liu, Kai Huang, Zhen Wang, Xinye Zhan.* Mixed uncertainty analysis of polycyclic aromatic hydrocarbon inhalation and risk assessment in ambient air of Beijing // *J. of Environ. Sci.* 2008. V. 20, N 4. P. 505–512.
- Yu Bon Man, Yuan Kang, Hong Sheng Wang, Winifred Lau, Hui Li, Xiao Lin Sun, John P. Giesy, Kai Lai Chow, Ming Hung Wong.* Cancer risk assessments of Hong Kong soils contaminated by polycyclic aromatic hydrocarbons // *J. of Hazard. Mater.* 2013. V. 261. P. 770–776.
- Zaridze D.G.* 622 childhood cancer incidence in relation to distance from the former nuclear testing site in Semipalatinsk, Kazakhstan // *Europ. J. of Cancer.* 1995. V. 31, suppl. 6. P. S131.
- Zhonghuan Xia, Xiaoli Duan, Shu Tao, Weixun Qiu, Di Liu, Yilong Wang, Siye Wei, Bin Wang, Qiu-jing Jiang, Bin Lu, Yunxue Song, Xinxin Hu.* Pollution level, inhalation exposure and lung cancer risk of ambient atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in Taiyuan, China // *Environ. Poll.* 2013. V. 173. P. 150–156.

Сведения об авторах

РОМАНОВ Андрей Николаевич – доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией, Институт водных и экологических проблем СО РАН. 656038, Алтайский край, г. Барнаул, ул. Молодёжная, д. 1. Тел.: +7 (3852) 66-64-62. E-mail: ran@iwer.ru; web-site: <http://www.iwer.ru/>

КОВРИГИН Антон Олегович – заведующий медико-экологическим сектором, Институт водных и экологических проблем СО РАН. 656038, Алтайский край, г. Барнаул, ул. Молодёжная, д. 1. Тел.: +7 (3852) 24-39-27. E-mail: anton-kovrigin@yandex.ru, web-site: <http://www.iwer.ru/>; научный сотрудник, Алтайский филиал Российского онкологического научного центра им. Н.Н. Блохина. 656049, Алтайский край, г. Барнаул, ул. Никитина, д. 77. Тел./факс: +7 (3852) 63-26-20. E-mail: aoc@ctmed.ru

ЛАЗАРЕВ Александр Федорович – доктор медицинских наук, профессор, директор, Алтайский филиал Российского онкологического научного центра им. Н.Н. Блохина. 656049, Алтайский край, г. Барнаул, ул. Никитина, д. 77. Тел./факс: +7 (3852) 63-26-20. E-mail: aoc@ctmed.ru

ЛУБЕННИКОВ Владимир Алексеевич – кандидат медицинских наук, заместитель директора по научной работе, Алтайский филиал Российского онкологического научного центра им. Н.Н. Блохина. 656049, Алтайский край, г. Барнаул, ул. Никитина, д. 77. Тел./факс: +7 (3852) 63-26-20. E-mail: aoc@ctmed.ru

**TO ASSESSING THE IMPACTS
OF NATURAL AND TECHNOGENIC FACTORS
ON MALIGNANT NEOPLASMS INCIDENCE IN ALTAI KRAI**

A.N. Romanov¹, A.O. Kovrigin^{1,2}, A.F. Lazarev², V.A. Lubennikov²

¹ Institute for Water and Environmental Problems, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Barnaul, Russia

² Blokhin Russian Oncological Scientific Center, Altai Branch, Barnaul, Russia

Abstract. Air pollution by industry and motor vehicles, the use of coal ash for the construction of residential and nonresidential buildings, the presence of dead zones in the residential sector are major factors of carcinogenic risk to human health. Natural factors (topography, prevailing wind directions) contribute to the weakening or strengthening of man-made factors. Based on the assessment of pollutant concentrations in snow cover of Barnaul, the residential areas with the carcinogenic substance concentrations exceeding greatly MPC were identified. The total accumulation of carcinogenic substances occurs here concurrently from multiple sources. All of these areas are at the crossroads of atmospheric propagation of carcinogenic substances, and the impact of a pollution source at any wind rose is here observed all the year round. When evaluating carcinogenic risk of the territory, the correlation between topography and the height of the apartments above the earth's surface plays an important role. Using the data from the Cancer-register, in Barnaul the increased level of cancer incidence in people living in the multi-storey buildings or houses located in areas with a sharp change in relief (on ledges, hills or in lowlands) was revealed. The occurrence of stagnant zones and wind shadows when under certain correlation between the relief height and shape of the houses in the maximum accumulation of carcinogens may be among the reasons of cancer incidence.

Keywords: pollutants, atmospheric transport, snow cover, polyaromatic hydrocarbons.