

УДК 577.4:614.72

Д.В.Суржигов¹, Л.Б.Павлович², М.А.Мукашева³, А.В.Крюкова¹, Л.А.Щербакова¹

¹Новокузнецкий филиал-институт Кемеровского государственного университета;

²Сибирский государственный индустриальный университет, Россия;

³Карагандинский государственный университет им. Е.А.Букетова
(E-mail: ecologia_nie@mail.ru)

Загрязнение приземной атмосферы как экологический фактор риска для здоровья

В статье представлены результаты анализа динамики выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников в воздушном пространстве в промышленном центре. Установлено, что динамика выбросов основных загрязнителей воздуха имеет устойчивую тенденцию к снижению. Исключением является включение черного углерода в атмосферный воздух, динамика его излучения характеризуется тенденцией к увеличению. Показано, что концентрация многих металлургических предприятий на ограниченной территории создает высокую степень загрязнения приземного слоя воздуха, что вызывает повышенный риск неблагоприятных рефлекторных реакций среди населения города. Производство кокса характеризуется высоким постоянством выбросов в атмосферу в течение года и составляет стабильный вклад в риск развития хронической интоксикации жителей жилых районов, прилегающих к санитарно-защитной зоне металлургического комплекса.

Ключевые слова: металлы, почва, автотранспорт, загрязнение, медь, хром, цинк, марганец, свинец.

Развитие экологии человека и ее сближение с гигиеной окружающей среды, произошедшие в 80-е годы XX в., явились важнейшим этапом интеграции наук, изучающих связи между воздействиями факторов окружающей среды и здоровья населения [1]. При оценке качества окружающей среды и основных ее факторов, влияющих на здоровье человека, особое место принадлежит урбанизированным территориям. Следует отметить, что большинство населения страны живет в условиях именно урбанизированной жилой среды. В промышленно развитых странах степень урбанизации превышает 70–80 %. Масштабное реформирование системы государственного регулирования в сфере охраны окружающей среды, и в частности, атмосферного воздуха, должно быть связано, во-первых, с наличием обоснованной стратегии достижения поставленных целей и плана действий и, во-вторых, с выбором фундаментальной концептуальной основы, позволяющей осуществлять надежную оценку реальной ситуации и определять приоритеты в действиях, направленных на максимальное снижение негативного воздействия атмосферных загрязнений на здоровье населения [2]. Актуализированные проблемы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, безопасность среды обитания для его здоровья, трудового долголетия и дееспособности решаются в настоящее время во многом с применением методологии оценки риска. Оценка риска для здоровья является международно признанным научным инструментом для разработки оптимальных решений по управлению качеством окружающей среды и состоянием здоровья населения. Успешное внедрение методологии оценки риска зависит от ряда методических моментов, одним из которых является разработка коэффициентов риска неканцерогенных эффектов от загрязнения окружающей среды. В свою очередь, использование оценки риска для обоснования принятия решений по оптимизации качества окружающей среды на территориях экологического неблагополучия предъявляет повышенные требования к коэффициентам риска. Степень загрязнения атмосферы зависит от количества выбросов вредных веществ и их химического состава, от высоты, на которой осуществляются выбросы, и от метеорологических условий, определяющих перенос, рассеивание и превращение выбрасываемых веществ.

При постоянных параметрах выбросов уровень загрязнения атмосферы существенно зависит от климатических условий: направления, условий переноса и распределения примесей в атмосфере, интенсивности солнечной радиации, определяющей фотохимические превращения и возникновение вторичных продуктов загрязнения воздуха. Обеспечение нормальной с эколого-гигиенических позиций среды обитания требует постоянного совершенствования организационных, научных и инженерных мер, а также гибкой системы управления их реализацией [3]. На сегодняшний день остаются актуальными исследования, направленные на оценку возможных изменений воздействия такого экологического фактора, как загрязнение приземной атмосферы урбанизированных территорий на условия проживания населения.

Материалы и методы

Для оценки динамики выбросов загрязняющих веществ в воздушный бассейн крупного промышленного центра Западной Сибири г. Новокузнецка нами определялись следующие показатели: средние уровни рядов динамики выбросов; их средние абсолютные изменения, средние темпы прироста или убыли; ранговые коэффициенты корреляции рядов динамики, их коэффициенты колеблемости и автокорреляции отклонений от тренда. Были получены линейные тренды, характеризующие динамику поступления вредных примесей в приземный слой атмосферы города за 2001–2011 гг. Среднее абсолютное изменение показывает, насколько в среднем за год повышается или снижается уровень выбросов загрязняющего вещества в абсолютных единицах (т/год). Средний темп прироста или убыли характеризует среднее процентное изменение за год уровня рассматриваемых факторов. Ранговый коэффициент корреляции используется для характеристики устойчивости динамики процесса, коэффициент колеблемости применяется для характеристики уровня колебаний от линии тренда ряда динамики, коэффициент автокорреляции отклонений от тренда служит для выявления типа колебаний значений ряда динамики [4]. Осредненные концентрации атмосферных примесей за период 2004–2010 гг. сопоставлялись нами со среднесуточными и максимально разовыми ПДК, исчислялись уровни риска хронической интоксикации и немедленного действия. Основу оценки риска для здоровья составила методика, разработанная А.П.Щербо и А.В.Киселевым [5]. Риск хронической интоксикации определялся как пожизненная вероятность приобретения индивидуумом одного или нескольких хронических заболеваний, индуцируемых загрязнением воздушного бассейна за длительный период времени (при условии, что уровень загрязнения не изменится). Оценка риска немедленного действия показывает годовую вероятность возникновения у индивидуума неблагоприятных рефлекторных реакций (ощущение запаха, резь в глазах, раздражение горла, кашель), имплицированных с достижением максимального уровня загрязнения воздушного бассейна города в течение года. Для оценки риска для здоровья, связанного с поступлением в воздушный бассейн загрязняющих веществ от высотных источников коксохимического производства крупного металлургического комбината, расположенного в промышленной зоне города, проведен расчет рассеивания в атмосферном воздухе сажи, диоксидов серы и азота, оксидов углерода и азота, бенз(а)пирена, содержащихся в выбрасываемой газовой смеси. Получены максимальные и среднегодовые концентрации перечисленных выше атмосферных примесей, входящих в состав выбросов производства кокса. Полученные уровни риска сравнивались с приемлемыми. Также установлен вклад выбросов коксохимии в фоновый риск хронической интоксикации.

Результаты и обсуждение

С целью идентификации аэрогенной опасности была проанализирована динамика поступления загрязняющих веществ от стационарных источников в воздушный бассейн города. В таблице 1 приведены статистические данные по загрязнению атмосферы г. Новокузнецка за 2001–2011 гг.

Средний уровень валовых выбросов в атмосферу за рассматриваемый временной период составил 412,96 тыс. т/год, в том числе взвешенных веществ — 50,68; диоксида азота — 20,35; диоксида серы — 40,28; оксида углерода — 252,76; сажи — 0,85; метана — 42,07 тыс. т/год. Среднее абсолютное снижение валовых выбросов определено как 17,45 тыс. т/год, взвешенных веществ — 3,58; диоксида азота — 1,08; диоксида серы — 1,18; оксида углерода — 9,83; метана — 1,6 тыс. т/год. Единственным компонентом выбросов, характеризующимся средним абсолютным приростом, является сажа, среднее значение прироста — 0,06 тыс. т/год. Средний темп убыли валовых выбросов составил 4,27 %, взвешенных веществ — 7,14 %; диоксида азота — 4,86 %; диоксида серы — 3,19 %; оксида углерода — 3,92 %; метана — 3,95 %. Максимальные темпы убыли характеризуют динамику выбро-

сов сероводорода — 10,24 % и аммиака — 8,54 %. Средний темп прироста поступления сажи в приземный слой воздуха от стационарных источников равен 7,68 %.

Т а б л и ц а 1

**Средние показатели динамики выбросов загрязняющих веществ
в атмосферу г. Новокузнецка (тыс. т/год)**

Наименование загрязняющего вещества	Средний уровень выбросов, тыс. т/год	Среднее абсолютное изменение тыс. т/год	Средний темп прироста или убыли, %
Валовые выбросы	412,96	-17,45	-4,27
Взвешенные вещества	50,68	-3,58	-7,14
Диоксид азота	20,35	-1,08	-4,86
Диоксид серы	40,28	-1,18	-3,19
Углерода оксид	252,76	-9,83	-3,92
Фтористый водород	0,96	-0,03	-3,33
Сероводород	0,275	-0,03	-10,24
Фенол	0,242	-0,015	-6,06
Цианистый водород	0,9	-0,056	-6,11
Сажа	0,85	0,06	7,68
Аммиак	0,75	-0,071	-8,54
Метан	42,07	-1,6	-3,95

Уравнения линейных трендов динамики выбросов, характеризующие их коэффициенты корреляции рангов, колеблемости и автокорреляции отклонений от трендов, представлены в таблице 2.

Т а б л и ц а 2

**Уравнения линейных трендов, коэффициенты корреляции рангов,
коэффициенты колеблемости и коэффициенты автокорреляции,
характеризующие динамику выбросов загрязняющих веществ**

Наименование загрязняющего вещества	Уравнение тренда	Коэффициент корреляции рангов	Коэффициент колеблемости, %	Коэффициент автокорреляции отклонений от тренда
Валовые выбросы	$Y = -21,055t + 518,24^*$	-0,99**	3,86	0,32
Взвешенные вещества	$Y = -4,066t + 71,01^*$	-0,99**	4,11	-0,21
Диоксид азота	$Y = -1,344t + 27,07^*$	-0,93**	7,17	0,45
Диоксид серы	$Y = -1,28t + 46,69^*$	-0,88**	8,41	-0,35
Оксид углерода	$Y = -11,66t + 311,06^*$	-0,87**	6,48	0,49
Фтористый водород	$Y = -0,048t + 1,197^*$	-0,64**	15,48	0,28
Сероводород	$Y = -0,03t + 0,427^*$	-0,91**	15,03	0,05
Фенол	$Y = -0,019t + 0,334^*$	-0,96**	7,52	0,19
Цианистый водород	$Y = -0,065t + 1,224^*$	-0,99**	4,92	-0,08
Сажа	$Y = 0,062t + 0,546^*$	0,76**	16,46	0,35
Аммиак	$Y = -0,079t + 1,145^*$	-0,95**	10,82	0,17
Метан	$Y = -2,49t + 54,54^*$	-0,93**	9,68	-0,04

Примечание: * — за нулевой период принят 2001 г.; ** — статистически достоверно при $P < 0,05$.

Автокорреляция — это корреляция между значениями одного и того же признака, но со сдвигом во времени. Отрицательные регрессионные коэффициенты трендов динамики свидетельствуют о том, что уровни валовых, а также выбросов взвешенных веществ, диоксидов серы и азота, оксида углерода, фтористого и цианистого водорода, сероводорода, фенола, аммиака и метана имеют тенденцию к снижению. Статистически значимые коэффициенты корреляции рангов уровней перечисленных выше загрязняющих веществ, определенные в пределах от -0,99 до -0,64, свидетельствуют об устойчивости тенденции снижения их выбросов. Слабой колеблемостью характеризуются поступления в воздушный бассейн города взвешенных веществ, диоксидов серы и азота, оксида углерода, фенола, цианистого водорода и метана, коэффициенты колеблемости по динамике этих примесей определены в размере менее 10 %.

Умеренной колеблемостью отмечаются выбросы фтористого водорода, сероводорода и аммиака, коэффициенты колеблемости динамики по данным веществам находятся в пределах от 10,82 % до 15,48 %. Поступление в атмосферный воздух города сажи от стационарных источников отмечается положительным значением регрессионного коэффициента тренда, что означает тенденцию к повышению уровня выбросов этого загрязнителя, характеризующегося довольно высоким положительным коэффициентом ранговой корреляции ($r = 0,76$) и сравнительно высоким значением коэффициента колеблемости (16,46 %). Динамика выбросов диоксида серы отличаются маятниковой колеблемостью, коэффициент автокорреляции отклонений от тренда первого порядка равен $-0,35$. Долгопериодичной колеблемостью характеризуется динамика поступления в воздушный бассейн города диоксида азота, оксида углерода и сажи, коэффициенты автокорреляции первого порядка определены как 0,45; 0,49 и 0,35 соответственно. Динамика остальных компонентов выбросов отмечается случайно распределенной во времени колеблемостью (коэффициенты автокорреляции от $-0,21$ до 0,28).

Административно г. Новокузнецк разделен на шесть районов: Центральный, Заводской, Кузнецкий, Куйбышевский, Новоильинский, Орджоникидзевский. За период с 2004 по 2010 гг. средние из максимальных концентраций взвешенных веществ в воздушном бассейне города превышали максимально разовую ПДК в зависимости от селитебной зоны в 2,1–6,3 раза, оксида углерода — в 1,5–2,7; диоксида азота — в 3,9–6,5; сероводорода — в 1,1–4,4; фенола — в 2,7–3,5; сажи в — 1,5–2,2; фтористого водорода — в 4,1–6,0; формальдегида — в 2,6–3,9 раза. Средние концентрации таких атмосферных примесей, как взвешенные вещества превышали нормативный показатель в зависимости от района города в 1,3–2,0 раза; диоксида азота — в 1,1–1,5; фтористого водорода — в 1,2–1,5; формальдегида — в 3,5–5,5 раза. Средние уровни загрязнения воздушного бассейна диоксидом серы, оксидами углерода и азота, фенолом, сажей и аммиаком не превышали гигиенических нормативов. Максимальное загрязнение атмосферного воздуха взвешенными веществами, диоксидом азота, фенолом и фтористым водородом (по средним концентрациям) отмечается в Кузнецком районе города; оксидом азота и формальдегидом — в Куйбышевском районе. Риски немедленного действия и хронической интоксикации, имплицированные с загрязнением воздушного бассейна г. Новокузнецка, представлены в таблице 3.

Максимальное значение риска немедленного действия отмечается в жилой зоне Орджоникидзевского района, 97,7 % населения которой, вероятно, будут испытывать неблагоприятные рефлекторные реакции при достижении максимального для этой территории уровня загрязнения приземного слоя воздуха. Данную высокую степень риска обуславливает загрязнение атмосферного воздуха взвешенными веществами.

Минимальный уровень риска немедленного действия характеризует Новоильинский район, у 21,2 % жителей данной селитебной зоны будут отмечаться неблагоприятные рефлекторные эффекты в течение года, связанные с загрязнением атмосферного воздуха фтористым водородом. Риск немедленного действия в Центральном, Кузнецком и Куйбышевском районах города обуславливают выбросы диоксида азота, в Заводском — фтористого водорода. Максимальные значения суммарного риска хронической интоксикации отмечаются в Куйбышевском и Кузнецком районах (0,395 и 0,364 соответственно). Пожизненная вероятность хронической интоксикации у населения минимальна в Заводском и Орджоникидзевском районах, в жилых зонах этих районов уровень риска составляет 0,289 и 0,318 соответственно. Высокий вклад в риск хронической интоксикации жителей города по всем селитебным зонам вносят взвешенные вещества, диоксид азота, фтористый водород и формальдегид.

Инвентаризация выбросов коксохимического производства Западно-Сибирского металлургического комбината и идентификация опасности этих выбросов позволили выделить шесть высотных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Данные источники характеризуются высотой выброса — 100 метров каждый, температурой отходящей газовой смеси — 200 °С, объемом выбрасываемой газовой смеси — от 23,8 до 46,5 м³/с. Суммарные выбросы бенз(а)пирена, относящегося к первому классу опасности, рассматриваемых источников коксохимического производства составляют 0,0096 т/год; веществ второго класса опасности — 328,2 т/год, в том числе сажи — 151,4 т/год и диоксида азота — 176,8 т/год; ингредиентов третьего класса опасности — 56,5 т/год, в том числе диоксида серы — 27,5 т/год и оксида азота — 29,0 т/год. Также данные источники суммарно поставляют в воздушный бассейн 2650,2 т/год оксида углерода, относящегося к четвертому классу опасности. Следует отметить, что число часов работы этих источников составляет 8760 в год, т.е. выбросы в атмосферу ведутся круглогодично, без изменения объема выбросов по периодам года.

**Риски немедленного действия и хронической интоксикации,
связанные с концентрациями атмосферных примесей, по районам г. Новокузнецка**

Ингредиенты	Централь- ный	Заводской	Кузнецкий	Куйбышев- ский	Новоиль- инский	Орджони- кидзевский
Взвешенные вещества	0,274	0,242	0,309	0,212	0,136	0,977
	0,059	0,050	0,076	0,061	0,053	0,054
Диоксид серы	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,006
	0,010	0,005	0,009	0,006	0,007	0,008
Оксид углерода	0,274	0,242	0,345	0,274	0,157	0,212
	0,023	0,023	0,025	0,022	0,021	0,022
Диоксид азота	0,345	0,345	0,655	0,46	0,136	0,0
	0,046	0,031	0,047	0,039	0,035	0,042
Оксид азота	0,0	0,0	0,0	0,001	0,0	0,001
	0,013	0,012	0,017	0,022	0,013	0,017
Сероводород	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,841
	–	–	–	–	–	–
Фенол	0,023	0,023	0,045	0,023	0,081	0,006
	0,021	0,010	0,023	0,022	0,022	0,017
Сажа	0,136	0,067	0,055	0,097	0,055	0,045
	0,015	0,010	0,009	0,013	0,013	0,012
Фтористый водород	0,309	0,46	0,184	0,345	0,212	0,618
	0,048	0,045	0,049	0,036	0,049	0,050
Аммиак	0,081	0,067	0,045	0,029	0,055	0,006
	0,004	0,003	0,005	0,004	0,006	0,003
Формальдегид	0,157	0,006	0,029	0,136	0,055	0,023
	0,144	0,139	0,172	0,239	0,177	0,143
Суммарный риск	0,345	0,46	0,655	0,46	0,212	0,977
	0,329	0,289	0,364	0,395	0,341	0,318

Примечание: * — в числителе значения риска немедленного действия; в знаменателе значения риска хронической интоксикации.

Промышленная площадка Западно-Сибирского металлургического комбината расположена на расстоянии 6–6,5 км от границы ближайших селитебных зон. На территории города были отобраны 14 точек воздействия концентраций, имплицированных с выбросами рассматриваемых высотных источников коксохимии: точки воздействия располагались на границе и в центре жилой зоны Новоильинского, Заводского, Центрального и Кузнецкого районов города, а также на границе и в центре Новобайдаевского и Абашевского микрорайонов и на границе санитарно-защитной зоны металлургического комбината. В изучаемых точках воздействия были определены среднегодовые концентрации загрязнителей, имплицированные с выбросами коксохимического передела и со средней скоростью ветра на данной территории, равной 2,9 м/с, а также соответствующий им риск хронической интоксикации населения (неканцерогенный риск). Максимальные значения риска регистрируются на границе санитарно-защитной зоны металлургического комбината ($6,3 \cdot 10^{-2}$), на границах и в центре жилой зоны Новоильинского и Заводского районов на расстоянии 6000–7375 м от источников выбросов ($2,7 \cdot 10^{-2}$ – $3,2 \cdot 10^{-2}$). В данных точках воздействия неканцерогенный риск превышает приемлемый уровень в 1,35–3,15 раза. Минимальный уровень аэрогенной опасности, связанной с выбросами коксохимии, отмечается на границе и в центре селитебной зоны Центрального района города на расстоянии 13000–16125 м от источников, где значение риска не превышают приемлемый уровень. Удельный вес бенз(а)пирена в рассматриваемом риске хронической интоксикации составляет 21,8–39,0 % в зависимости от рассматриваемой точки воздействия, диоксида азота — 25,2–32,4; оксида углерода — 9,0–11,8; сажи — 18,7–24,0 %. Вклад компонентов атмосферных выбросов коксового производства в фоновый риск хронической интоксикации составляет 1,4–4,1 % в зависимости от рассматриваемой зоны воздействия.

Таким образом, несмотря на установленную устойчивую тенденцию снижения атмосферных выбросов от стационарных источников, в г. Новокузнецке создаются ситуации повышенного загрязне-

ния воздушного бассейна, вызывающие у значительной доли населения неблагоприятные рефлекторные реакции. Средний умеренный уровень загрязнения приземного слоя воздуха города еще более опасен, чем высококонцентрированные кратковременные выбросы, так как индуцирует хронический неканцерогенный риск, значения которого могут превышать приемлемый уровень. Загрязнение атмосферного воздуха промышленного центра, наряду с другими неблагоприятными экологическими факторами (разработкой угольных разрезов в пригородной зоне, неудовлетворительным качеством органолептических свойств горячей воды), несомненно, оказывает влияние на качество жизни населения, направленное на снижение его уровня.

Список литературы

- 1 *Рахманин Ю.А.* Обновление проблем экологии человека и гигиены окружающей среды и пути их решения // Гигиена и санитария. — 2012. — № 5. — С. 4–8.
- 2 *Авалани С.Л., Новиков С.М. и др.* Пути решения гармонизации стандартов на загрязнение воздуха // Гигиена и санитария. — 2012. — № 5. — С. 75–78.
- 3 *Щербо А.П., Киселев А.В., Масюк В.С., Шабалина И.М.* Гигиеническая оценка загрязнения окружающей АЕИ в промышленных городах Республики Карелия и риска для состояния здоровья детей и подростков населения // Гигиена и санитария. — 2008. — № 5. — С. 7–11.
- 4 *Дуброва Т.А.* Статистические методы прогнозирования. — М.: ЮНИТИ, 2003. — 206 с.
- 5 *Щербо А.П., Киселев А.В. и др.* Окружающая среда и здоровья: подход к оценке рисков. — СПб.: МАПО, 2002. — 374 с.

Д.В.Суржигов, Л.Б.Павлович, М.А.Мұқашева, А.В.Крюкова, Л.А.Щербакова

Жер шары маңындағы атмосфераның ластануы денсаулыққа зиян келтіретін экологиялық факторлар ретінде

Мақалада индустриалдық ортаның ауа кеңістігіне стационарлық көздерден ластағыш заттардың шығарындылар динамикасының талдау нәтижелері көрсетілген. Негізгі атмосфералық қоспалар шығарындыларының динамикасы төмендеудің тұрақты тенденцияға ие. Шығарындылар динамикасы өсу тенденциясымен сипатталатын атмосфералық ауаға күйенің келіп түсуін шектейді. Аумағы шектеулі жерге көптеген металлургиялық өндіріс орындарының шоғырлануы ауаның жерге жақын қабатының ластануының жоғарғы дәрежесін көрсетті, яғни қала тұрғындарының жағымсыз рефлекторлық реакциялық қауіпке ұшырауының жоғарғы деңгейін сипаттады. Жыл бойы үнемі шығарылатын атмосфералық тастандылардың жоғары тұрақтылығын сипаттайтын коксохимиялық өндіріс, металлургиялық комбинаттың санитарлық-қорғау аймағына жақын жерде селитебі аймақта тіршілік ететін тұрғындардың созылмалы интоксикацияға ұшырауына тұрақты түрде өз үлесін тигізіп отыр.

D.V.Surzhikov, L.B.Pavlovich, M.A.Mukasheva, A.V.Kryukova, L.A.Shcherbakova

Pollution of surface atmosphere as the environmental risk factors for health

The paper presents the results of the analysis of the dynamics of the pollutant emissions from stationary sources into the air space in the industrial center. It is established that the dynamics of the emissions of the major air pollutants has a stable tendency to decrease. An exception is the inclusion of black carbon in the atmospheric air; the dynamics of its emission is characterized by the trend to increase. It is shown that the concentration of many metallurgical enterprises in the limited territory creates a high degree of the surface air pollution that induces the increased risk of adverse reflex reactions among the population of the city. Coke production characterized by high constancy of atmospheric emissions during a year makes a stable contribution to the risk of chronic intoxication of the inhabitants of the residential areas adjacent to the sanitary-protection zone of the metallurgical complex.

References

- 1 Rakhmanin Yu.A. *Gigiena i sanitariya* [Hygiene and sanitation], 2012, 5, p. 4–8.

- 2 Avaliani S.L., Novikov S.M. et al. *Gigiena i sanitariya* [Hygiene and sanitation], 2012, 5, p. 75–78.
- 3 Shcherbo A.P., Kiselev A.V., Masyuk V.S., Shabalina I.M. *Gigiena i sanitariya* [Hygiene and sanitation], 2008, 5, p. 7–11.
- 4 Dubrova T.A. *Statisticheskie metody prognozirovaniya* [The statistical methods of the forecasting], Moscow: UNITY, 2003, 206 p.
- 5 Shcherbo A.P., Kiselev A.V. et al. *Okruzhayushchaya sreda i zdorov'ya: podkhod k otsenke riskov* [Environmental and health: approach to the estimation of risk], St. Petersburg: MAPO, 2002, 374 p.

Репозиторий КАРГУ