

Оценка влияния факторов среды на заболеваемость населения г. Спасска-Дальнего (Приморский край)

Сенотрусова С.В. (svetlsen@mail.ru)

Российская таможенная академия

Здоровье населения неразрывно связано с качеством окружающей среды. Загрязнение любого компонента природной среды безразлично для человека. Повышенное содержание токсичных веществ в воздухе, воде, почве отрицательно отражается на здоровье, вызывая ухудшение медико-демографических показателей, увеличение распространенности отдельных групп и классов болезней. Изучению состояния здоровья населения, проживающего в условиях промышленного города, посвящено настоящее исследование, в котором рассматриваются вопросы комплексного воздействия факторов загрязнения атмосферы и поверхностных вод на заболеваемость населения.

Город Спасск-Дальний – крупный промышленный центр Приморского края, расположен на Приханкайской низменности, в 20 км от озера Ханка. Основными источниками антропогенного загрязнения окружающей среды в городе являются промышленные предприятия, котельные, автотранспорт. Всего насчитывается около 40 предприятий, имеющих выбросы вредных веществ в окружающую среду. Приоритетность источников выбросов и сбросов по количеству поступающих от них веществ представлена в табл. 1.

Основными источниками выбросов поллютантов являлись предприятия стройматериалов (Спасский и Новоспасский цементные заводы, Спасский литейно-механический завод, комбинат асбестоцементных изделий, завод строительных материалов и др.), энергетики и агропромышленного комплекса. Предприятия выбрасывают в атмосферу большое количество пыли, глины, угля, цемента, асбеста, сернистого ангидрида, оксидов углерода, азота и других загрязняющих веществ. Наряду с этим в поверхностные воды поступают отходы от предприятий стройиндустрии, металлургии, транспорта, сельского хозяйства, хозяйственно-бытовых объектов города и его окрестностей.

В настоящее время наблюдение и отбор проб в атмосфере г. Спасска-Дальнего, их анализ на содержание различных загрязняющих элементов не ведется, поэтому материалом для исследования послужили статистические данные Комитета природных ресурсов по Приморскому краю о структуре выбросов в атмосферу города с 1981 по 2002 гг. о таких загрязняющих веществах как: SO₂ (диоксид серы), NO₂ (диоксид азота), СО (оксид углерода), ВВ (взвешенные вещества), ПАУ (углеводороды). Такой подход целесообразен в тех городах, где не имеется данных об уровне концентраций загрязняющих веществ в приземном слое воздуха.

Таблица 1

**Выбросы вредных веществ в атмосферу и поверхностные воды
г. Спасска-Дальнего от различных предприятий**

Предприятия	Кол-во вредных вещ-в, отходящих от всех стационарных источников, тыс. т/год	Количество вредных веществ, выброшенных в атмосферу и поверхностные воды, тыс. т/год		
		Всего	Твердых	Газообразных и жидких
Спасский цементный завод	320,204	21,829	15,08	6,74
Новоспасский цементный завод	534,038	14,41	5,68	8,73
Спасский литейно-механический завод	11,293	8,98	1,10	7,88
Спасский комбинат асбестоцементных изделий	4,512	3,92	0,113	3,81
Завод строительных материалов	1,951	1,951	1,534	0,418
Тепловые сети	1,057	1,057	0,259	0,797
Завод ЖБК	1,414	0,610	0,036	0,574

Для оценки состояния здоровья населения использовали сведения о заболеваемости и распространенности патологии среди детей, подростков и взрослых по обращаемости за медицинской помощью. Источником информации послужили сведения о числе заболеваний, зарегистрированных у больных, проживающих в районе обслуживания лечебного учреждения (форма №12), а также сведения ежегодной численности обслуживаемых контингентов.

Материалом для исследования качества поверхностных вод послужили данные ежегодных наблюдений химического загрязнения рек на станциях ОГСНК Государственного гидрометеорологического управления по Приморскому краю с 1981 по 2002 гг. Пробы отбирались в реках Спасовке и Кулешовке. Кулешовка протекает через город и впадает в Спасовку, поэтому отбор проб осуществлялся: 1) в черте города, в Кулешовке; 2) в 1 км ниже по течению от города, в Спасовке; 3) в 2 км выше по течению от города, в Спасовке. К анализу привлекались значения среднегодовых концентраций таких веществ как: ВВв (взвешенные вещества); O_2 (содержание растворенного кислорода); БПК₅ (биологическое потребление кислорода); NH_4 (аммонийный азот); NO_2 (нитриты); NO_3 (нитраты); Fe (железо); Cu (медь); нефтепродукты; СПАВ (синтетические поверхностно-активные вещества); фенолы.

В табл. 2 приведены минимальные, максимальные и средние концентрации загрязняющих веществ в поверхностных водах рек с 1981 по 2002 гг. в черте города, выше и ниже по течению реки. Сравнение приведенных среднегодовых показателей поллютанов с ПДК дает представление о характере загрязнения поверхностных вод в районе

промышленно развитого города, минимальные и максимальные концентрации различаются более чем в 10 раз. Наибольшая изменчивость наблюдается в содержании NH_4 , NO_2 , NO_3 , нефтепродуктов, СПАВ, фенолов, причем высокая вариабельность характерна для количества этих загрязняющих веществ в воде независимо от точки отбора проб.

Таблица 2

Загрязнение поверхностных вод (мг/л) рек Спасовки и Кулешовки
(г. Спасск-Дальний, Приморский край) и
ПДК химических элементов (мг/л)

Ингредиент	В 2км выше города			В черте города			В 1км ниже города			ПДК
	min	max	сред	min	max	сред	min	max	сред	
ВВв	4,9	19,5	10,6	7,7	4,01	14,3	9,5	32,2	15,8	-
O_2	8,20	13,60	11,0	4,10	8,87	6,43	4,92	9,38	7,10	4-зимой 6-летом
БПК ₅	2,60	5,04	3,53	2,57	9,71	5,69	1,98	8,01	4,90	2,0
NH_4	0,13	1,99	0,80	0,26	6,94	3,04	1,06	6,25	2,50	0,4
NO_2	0,0	0,029	0,007	0,007	0,11	0,052	0,01	0,074	0,046	0,02
NO_3	0,0	0,34	0,12	0,04	0,60	0,25	0,04	0,56	0,24	9,1
Fe (мкг/л)	0,51	1,70	1,09	0,50	2,27	0,94	0,64	2,12	1,08	0,1
Cu (мкг/л)	0,002	0,016	0,006	0,004	0,018	0,008	0,003	0,021	0,009	0,001
Нефтепрод	0,039	0,320	0,139	0,060	2,260	0,333	0,063	0,650	0,210	0,05
СПАВ	0,0	0,04	0,01	0,04	0,26	0,14	0,01	0,20	0,08	0,1
Фенолы	0,0	0,025	0,008	0,005	0,040	0,014	0,005	0,116	0,017	0,001

Чтобы детально изучить изменчивость и влияние загрязнения атмосферы и поверхностных вод на заболеваемость населения города применялись методы корреляционного и факторного анализа. Результатом корреляционных расчетов явилась матрица парных коэффициентов корреляции, которая в дальнейшем изучалась при помощи факторного анализа методом главных компонент. Его применение основано на предположении, что корреляция между признаками обусловлена корреляцией между ними и факторами (причинами), влияющими на изменчивость признаков.

Анализируя корреляционную матрицу, отражающую изменчивость выборки, можно выделить и содержательно охарактеризовать эти причины. В один фактор могут выделяться только тесно связанные или взаимообусловленные

Данное исследование выполнено с помощью метода главных факторов. Использован «варимакс» – метод вращения факторных нагрузок, предложенный Кайзером (Иберла, 1967; Лоули, Максвелл, 1967). Выполняется ортогональное вращение матрицы факторов размером $m \times R$, так что

$$\sum_j \left\{ m \sum_i \left(\frac{a_{ij}^2}{h^2} \right)^2 - \left[\left(\frac{a_{ij}^2}{h^2} \right) \right]^2 \right\} = \max$$

где $h_i^2 = \sum_{i=1}^R a_{ij}$ - суммарная нагрузка i -1 переменной.

Факторный анализ совместных данных заболеваемости населения, загрязнения атмосферы, а также качества поверхностных вод в определенной степени дает возможность оценить и выявить влияние отдельных загрязняющих веществ на заболеваемость населения в промышленном городе. Прежде чем перейти к описанию результатов, следует остановиться на некоторых особенностях исследований. Для исследований использовались как синхронные (загрязнение и заболеваемость год в год), так и асинхронные (загрязнение и заболеваемость с лагом в n лет) временные ряды показателей заболеваемости, загрязнения поверхностных вод и атмосферы осредненные за некоторый период. Период осреднения составлял два, три, четыре, пять и шесть лет. Таким образом, считалось, что загрязнение окружающей среды за несколько предыдущих лет (n) определяет последующую заболеваемость. Для каждого варианта осреднения проводились расчеты факторных нагрузок. Такие модельные исследования позволили сделать вывод о том, что наиболее интересные результаты получаются тогда, когда временные ряды загрязнения атмосферы и заболеваемости строятся как синхронные, а период осреднения концентраций загрязняющих веществ в поверхностных водах составляет три года.

Результаты совместного факторного анализа данных загрязнения атмосферы, поверхностных вод и заболеваемости детского населения Спасска-Дальнего приведены в табл.3, где представлены факторные нагрузки шести первых факторов, описывающих 95% общей дисперсии переменных. Учитывая более чем двадцатилетний период наблюдений, значимым на 95% уровне доверительной вероятности значением является - 0,64 (Брукс, Карузертс, 1963).

Основная гипотеза исследования состоит в том, что в один фактор попадают только взаимозависимые и взаимообусловленные переменные, т.е. если в один фактор попадают определенные параметры заболеваемости и загрязнения окружающей среды со значением факторных нагрузок более чем 0,64, то они являются взаимозависимыми. Такая гипотеза дает возможность провести анализ таблиц факторных нагрузок с выделением определенных зависимостей.

Исследование табл.3 дает возможность классифицировать факторы в зависимости от того, какие элементы его нагружают. Первый фактор можно

определить как фактор загрязнения атмосферы комплексом загрязняющих веществ: диоксидом серы (-0,98), оксидом углерода (-0,88), взвешенными веществами (-0,83), углеводородами (-0,98) (в скобках приведены значения факторных нагрузок). Второй фактор можно определить как фактор заболеваемости и загрязнения поверхностных вод. Он одновременно нагружен такими нозологическими формами как: болезни эндокринной системы (0,77), болезни кровообращения (0,96), желчно-каменная болезнь (0,74), болезни мочеполовой системы (0,64) и следующими показателями загрязнения поверхностных вод: взвешенными веществами (0,80), железом (0,74), медью (0,92). Одновременное выделение в этот фактор показателей загрязнения и заболеваемости говорит о взаимосвязи между этими нозологическими формами и загрязнением поверхностных вод. В третий фактор выделились следующие группы заболеваний: новообразования (-0,73), болезни крови и кроветворных органов (-0,85), анемия (-0,84), болезни органов пищеварения (-0,67), гастрит и дуоденит (-0,78), болезни кожи (-0,82), болезни мочеполовой системы (-0,65) и некоторые показатели загрязнения поверхностных вод: БПК₅ (0,89), NH₄ (0,69), NO₃ (0,76) и фенолы (0,78). Однако внимательное изучение третьего фактора показывает, что показатели заболеваемости и загрязнения нагружаются факторными нагрузками с разными знаками и, следовательно, являются независимыми. В четвертый фактор выделились несколько переменных заболеваемости: болезни органов дыхания (0,90), хронические болезни миндалин (0,85) и загрязнения воды: нефтепродукты (-0,85). В этом факторе переменные заболеваемости и загрязнения воды находятся с факторными нагрузками разных знаков, и таким образом переменные являются независимыми. Пятый фактор состоит из одной переменной заболеваемости (язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки - 0,91). Последний шестой фактор содержит переменные заболеваемости: пневмония (0,71), бронхиальная астма (-0,66) и загрязнения атмосферы: диоксид азота (0,93). Таким образом, можно предполагать взаимосвязь между заболеваемость пневмонией выбросами в атмосферу такого загрязняющего вещества как диоксид азота.

Результаты совместного факторного анализа данных загрязнения атмосферы, поверхностных вод и заболеваемости подростков города приведены в табл. 4, где представлены факторные нагрузки шести первых факторов, описывающих 93% общей дисперсии переменных. Первый фактор идентифицируется как фактор загрязнения атмосферы комплексом загрязняющих веществ: диоксидом серы (0,92), оксидом углерода (0,78), взвешенными веществами (0,78). Второй фактор содержит как переменные заболеваемости: болезни крови (0,94), желчнокаменную болезнь (0,70), врожденные аномалии (0,70), анемию (0,95), так и переменные загрязнения поверхностных вод: взвешенные вещества (0,96), нитриты (-0,74), железо (0,91), медь (0,96), что говорит связи заболеваний с загрязнением среды этими поллютантами. Значимыми переменными третьего фактора являются следующие показатели заболеваемости: хронический отит (0,72),

хронический фарингит (0,91), бронхиальная астма (0,76), язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки (0,83), болезни мочеполовой системы (0,68), болезни кожи (0,70), атопический дерматит (0,85) и загрязнения воды: нефтепродукты (0,83), СПАВ (-0,83). В четвертый, пятый и шестой факторы попадают преимущественно переменные заболеваемости, что говорит о том, что их можно идентифицировать как факторы отдельных видов патологии.

В табл.5 представлены результаты совместного факторного анализа данных загрязнения атмосферы, поверхностных вод и заболеваемости взрослого населения города. Приведены факторные нагрузки шести первых факторов, описывающих 94% общей дисперсии переменных. Анализ матрицы показывает сложную систему матричных нагрузок. В первый фактор вошли исключительно переменные заболеваемости: хронический отит (-0,70), язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки (-0,66), нефротический синдром (-0,90), болезни крови (0,68), болезни кровообращения (0,85), болезни кожи (0,94). Обращает на себя внимание, что в этот фактор попали как положительные, так и отрицательные нагрузки. Второй фактор также нагружают положительные и отрицательные факторные нагрузки переменных заболеваемости: хронический бронхит (0,71), гастрит и дуоденит (0,68), желчнокаменная болезнь (0,90), болезни пищеварения (0,74), новообразования (-0,64) и переменные загрязнения вод взвешенными веществами (-0,94), нитритами (0,72), железом (-0,88), медью (-0,93). Такое распределение факторных нагрузок позволяет говорить о влиянии отдельных загрязняющих веществ на определенные нозологические группы заболеваемости. Особое внимание необходимо было бы обратить на анализ содержания в поверхностных водах взвешенных веществ, которые могут влиять на заболеваемость злокачественными новообразованиями. Третий фактор можно идентифицировать как фактор загрязнения атмосферы следующими переменными: взвешенными веществами (0,89), диоксидом серы (0,97), оксидом углерода (0,82), углеводородами (0,96). Четвертый фактор отражает взаимосвязь переменных заболеваемости хроническими болезнями миндалин (-0,92), бронхиальной астмой (-0,67), язвенной болезнью желудка и двенадцатиперстной кишки (-0,69) и переменных загрязнения вод синтетическими поверхностно-активными веществами (-0,72). Пятый фактор говорит об обусловленности заболеванием пневмонией (0,64) и загрязнением атмосферы диоксидом азота (0,94). Шестой фактор можно определить как фактор заболеваемости взрослого населения мочекаменной болезнью (-0,77).

Проведенный анализ позволил выявить закономерности длительного влияния факторов окружающей среды на заболеваемость детей, подростков и взрослых в промышленном городе. Следует подчеркнуть, что полученные результаты говорят о неоднозначном влиянии факторов среды на здоровье населения разных возрастных групп. Для выявления стойких закономерностей и повторяемости связей продолжено исследование выявления взаимосвязей между загрязнением среды и заболеваемостью населения других промышленных городов Приморского края.

Приложение

Таблица 3

Матрица факторных нагрузок для детского населения города

Наименование переменной	Факторная нагрузка					
	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Новообразования	0,32	0,11	-0,73	-0,17	0,28	-0,24
Болезни крови	0,30	0,27	-0,85	0,09	0,07	-0,28
Анемия	0,33	0,29	-0,84	0,04	0,07	-0,25
Эндокринные болезни	-0,04	0,77	-0,25	0,37	-0,26	-0,11
Болезни кровообращения	-0,04	0,96	0,18	-0,15	-0,01	0,03
Болезни органов дыхания	-0,08	-0,01	0,20	0,90	0,25	-0,25
Пневмония	-0,21	0,51	0,33	-0,16	0,02	0,71
Хрон. болезни миндалин	-0,04	0,03	0,26	0,85	-0,27	0,09
Бронхиальная астма (БА)	0,22	0,24	-0,65	0,11	0,07	-0,66
Болезни пищеварения	0,04	0,35	-0,67	-0,15	0,62	0,12
Язвенная болезнь	0,27	-0,12	-0,19	-0,18	0,91	0,02
Гастрит	-0,30	0,16	-0,78	0,16	0,43	-0,07
Желчнокаменная болезнь	0,01	0,73	-0,01	-0,22	0,59	0,14
Болезни кожи	0,32	0,11	-0,82	-0,35	0,05	-0,17
Болезни мочеполовой системы	0,01	0,62	-0,65	-0,11	0,27	-0,12
Дерматит	0,13	0,53	-0,15	0,56	0,46	-0,04
ВВв	0,33	0,80	-0,33	0,09	0,19	0,09
O ₂	-0,24	-0,29	-0,07	-0,07	-0,14	0,02
БПК ₅	-0,07	-0,03	0,89	0,42	0,04	-0,01
NH ₄	-0,62	-0,09	0,69	-0,10	-0,14	0,25
NO ₂	-0,22	-0,52	0,44	0,52	-0,44	0,06
NO ₃	-0,17	-0,23	0,76	0,50	-0,18	0,09
Fe	0,50	0,74	-0,28	0,02	0,19	-0,04
Cu	0,18	0,92	-0,18	-0,08	-0,10	0,10
Нефтепродукты	-0,23	0,11	0,08	-0,85	0,42	0,09
СПАВ	-0,46	0,45	0,56	0,17	-0,25	0,26
Фенолы	-0,57	-0,04	0,78	-0,21	-0,01	0,14

ВВ	-0,83	-0,28	0,03	0,36	-0,22	0,13
SO ₂	-0,98	-0,06	0,04	-0,14	0,02	0,00
CO	-0,88	-0,11	0,29	0,04	-0,10	0,23
NO ₂	-0,13	0,06	0,14	-0,05	0,08	0,92
ПАУ	-0,98	-0,05	-0,01	-0,15	0,00	-0,05

Таблица 4

Матрица факторных нагрузок для подросткового населения города

Наименование переменной	Факторная нагрузка					
	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Новообразования	0,06	0,31	0,21	-0,27	0,11	0,19
Болезни крови	0,01	0,94	0,11	-0,16	0,01	0,16
Анемия	-0,15	0,95	-0,02	-0,05	-0,02	0,04
Эндокринные болезни	-0,24	0,44	0,29	-0,16	-0,08	0,77
Болезни кровообращения	0,04	0,51	0,49	-0,25	0,06	0,63
Болезни органов дыхания	0,30	0,39	0,49	-0,52	0,16	0,42
Пневмония	0,47	0,41	0,40	-0,33	0,02	0,55
Хронический бронхит	0,43	-0,05	0,04	0,05	0,85	-0,01
Бронхиальная астма	-0,13	-0,17	0,75	0,13	0,02	0,32
Болезни пищеварения	-0,29	0,21	0,31	0,78	0,11	-0,27
Язвенная болезнь	-0,03	0,02	0,83	-0,14	0,50	0,02
Гастрит	0,18	-0,14	0,00	0,90	0,02	-0,08
Желчнокаменная болезнь	-0,34	0,70	-0,06	0,24	-0,05	0,49
Болезни кожи	-0,04	0,13	0,70	-0,56	0,12	0,34
Болезни мочеполовой системы	-0,05	0,31	0,68	-0,42	0,18	0,47
Дерматит	-0,13	0,08	0,85	-0,29	0,146	0,17
Хронический фарингит	-0,17	0,21	0,91	0,17	0,02	-0,06
ВВв	-0,12	0,96	0,00	0,01	-0,06	0,17
O ₂	0,04	-0,24	0,40	-0,43	0,17	0,03
БПК ₅	-0,24	-0,25	-0,49	0,77	0,00	-0,16
NH ₄	0,30	-0,55	-0,45	0,32	-0,33	-0,37
NO ₂	0,15	-0,74	-0,38	0,30	0,05	-0,42
NO ₃	-0,09	-0,62	-0,50	0,42	0,05	-0,37
Fe	-0,30	0,91	0,09	-0,01	0,02	0,16
Cu	-0,14	0,96	-0,09	-0,08	-0,02	0,03
Нефтепродукты	0,15	0,17	0,83	-0,08	-0,27	0,25
СПАВ	0,04	0,30	-0,84	0,11	-0,29	-0,27
Фенолы	0,14	-0,48	-0,46	0,48	-0,37	-0,37
ВВ	0,78	-0,40	-0,35	0,11	0,03	-0,25
SO ₂	0,93	-0,20	-0,27	0,06	-0,03	-0,03
CO	0,78	-0,30	-0,32	0,29	-0,11	-0,17
NO ₂	0,15	0,05	-0,16	-0,01	-0,95	-0,07

Таблица 5

Матрица факторных нагрузок для взрослого населения города

Наименование переменной	Факторная нагрузка					
	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Новообразования	0,07	-0,64	0,06	0,01	0,02	0,59
Болезни крови	0,69	-0,17	-0,19	0,55	-0,17	-0,06
Анемия	-0,15	0,95	-0,02	-0,05	-0,02	0,04
Эндокринные болезни	0,26	-0,22	-0,62	0,60	-0,16	0,27
Болезни кровообращения	0,85	0,17	0,07	0,04	-0,04	0,14
Болезни органов дыхания	0,60	0,42	0,23	-0,49	0,38	-0,06
Пневмония	-0,40	0,07	0,35	-0,54	0,61	-0,18
Хронический бронхит	-0,01	0,71	0,10	-0,56	0,16	-0,04
Бронхиальная астма	-0,19	0,44	-0,12	-0,67	0,36	-0,29
Болезни пищеварения	-0,31	0,74	0,15	-0,55	0,02	0,02
Язвенная болезнь	-0,66	0,18	-0,03	-0,69	-0,08	0,16
Гастрит	-0,58	0,68	0,19	-0,33	0,22	0,03
Желчнокаменная болезнь	0,06	0,90	0,16	-0,28	-0,25	0,06
Болезни кожи	0,94	0,00	-0,02	-0,13	-0,20	-0,02
Болезни мочеполовой системы	0,19	0,15	-0,15	0,45	-0,65	-0,27
Хронический отит	-0,70	0,42	0,03	-0,48	0,17	0,24
Хрон. болезни миндалин	-0,05	0,35	-0,22	-0,82	0,22	0,05
Мочекаменная болезнь	0,16	0,41	0,06	-0,19	0,20	-0,77
ВВв	0,08	-0,94	-0,20	0,00	0,04	0,22
O ₂	0,48	0,23	0,65	0,50	-0,14	-0,03
БПК ₅	-0,83	0,25	-0,10	-0,41	0,04	0,20
NH ₄	-0,44	0,56	0,40	-0,28	0,47	0,05
NO ₂	-0,48	0,72	0,33	-0,32	0,07	-0,10
NO ₃	-0,61	0,59	0,10	-0,46	-0,01	-0,09
Fe	0,09	-0,88	-0,38	0,03	-0,07	0,19
Cu	0,09	-0,93	-0,17	-0,14	0,09	0,13
Нефтепродукты	0,31	-0,13	-0,16	0,87	0,17	0,20
СПАВ	-0,31	-0,32	0,22	-0,72	0,43	-0,01
Фенолы	-0,64	0,46	0,24	-0,28	0,48	0,00
ВВ	-0,23	0,32	0,89	-0,12	0,08	-0,09
SO ₂	-0,08	0,12	0,97	0,00	0,13	0,00
CO	-0,22	0,31	0,82	-0,11	0,28	0,26
ПАУ	0,20	0,11	0,96	0,00	-0,01	-0,03
NO ₂	-0,09	-0,09	0,08	0,04	0,94	-0,20