

УДК 551.46

**ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА
РУДНО-АЛТАЙСКОЙ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ПРИРОДНО-
ХОЗЯЙСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ И ЕГО ВЛИЯНИЕ
НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ**

М.А. Каратаев

Рассмотрено экологическое состояние воздушного бассейна Рудно-Алтайской территориальной природно-хозяйственной системы (ТПХС), негативное влияние загрязненности на медико-демографические показатели. Установлена корреляционная связь между уровнем заболеваемости злокачественными новообразованиями и количеством выбросов от стационарных источников Рудно-Алтайской ТПХС. Для выявления количественной зависимости между изменением величины выбросов и заболеваемостью злокачественными новообразованиями был проведен регрессионный анализ и построена регрессионная модель.

Состояние здоровья населения находится в непосредственной зависимости от социально-экономических условий, санитарно-эпидемиологической обстановки, профилактической работы органов здравоохранения и экологического состояния исследуемой территории. Одним из основных факторов, влияющих на повышенную заболеваемость населения, уровень физического развития, репродуктивные возможности, и продолжительность жизни является высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха [3, 7].

Между здоровьем населения и качеством атмосферного воздуха наблюдается тесная связь. В результате выбросов вредных веществ, в приземной атмосфере создаются концентрации, поражающие в первую очередь верхние дыхательные пути, а так же другие органы человека. Вдыхаемый загрязненный воздух через трахею и бронхи попадает в альвеолы легких, откуда примеси поступают в кровь и лимфу. Последствия для человека крайне неблагоприятны [9, 11].

Установлена связь между заболеваемостью органов дыхания, сердечно-сосудистой системы, аллергическими заболеваниями и загрязнением атмосферного воздуха взвешенными веществами, диоксидом азота, ди-

оксидом серы, окисью углерода, фенолом, фтористым водородом, свинцом и др. [7, 9, 10].

Рудно-Алтайская территориальная природно-хозяйственная система – исторически сложившаяся устойчивая совокупность антропогенного, природного и хозяйственного комплексов, характеризующаяся способностью функционировать в окружающей среде и выполнять определенные природные, хозяйственные и геоэкологические функции.

ТПХС состоит из природно-ресурсного (сырье, нарушенные геосистемы, человек), производственно-технологического (архитектурно-строительные, промышленные объекты, транспорт, энергетика, технологии, продукт) и пространственного (геополитическое и экономико-географическое положение, природоохранные стратегии, концепции, законы, пространственно-территориальное размещение) блоков [5].

Рудно-Алтайская территориальная природно-хозяйственная система, известная также как Западно-Алтайская горная (урбопромышленно-горнодобывающая) область, включает 6 крупных промышленных узлов: Усть-Каменогрский, Риддерский, Зыряновский, Шемонаихинский, Глубоковский и р. Иртыш (в пределах Рудного Алтая). Исследуемый регион расположен на правом берегу р. Иртыш в междуречье рек Оби и Чарына. В административном отношении территория принадлежит Восточно-Казахстанской области [5, 8].

Усть-Каменогрский урбопромышленный район включает г. Усть-Каменогрск с пригородами и мощным комплексом промышленных предприятий, оказывающих крайне негативное воздействие на состояние окружающей среды: титано-магниевого комбината, Ульбинский металлургический завод, химико-металлургический и цементный заводы, ТЭЦ, свинцово-цинковый комбинат. Уровень экологической напряженности критический, усугубляется устойчивыми приземными инверсиями [2, 5, 8].

Риддерский урбопромышленный узел охватывает г. Риддер и горнодобывающие предприятия цветной металлургии. Уровень экологической напряженности – критический. Факторы экологической дестабилизации: Риддерский полиметаллический комбинат и в его составе свинцово-цинковый завод, рудники, карьеры, отвалы пустой породы. Чрезвычайно высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха. Межгорная впадина определяет неблагоприятные климатические условия для рассеивания веществ в атмосферном воздухе [2, 5].

Зыряновский урбопромышленный узел включает г. Зыряновск, горнодобывающие предприятия цветной металлургии. Наибольшее негативное воздействие оказывает свинцовый комбинат. Уровень экологической напряженности – критический. Основные загрязнители природных компонентов: рудники и глубокие карьеры открытой разработки рудных залежей.

Глубоковский горнопромышленный узел включает Иртышский полиметаллический комбинат (на резервации), примыкающие горнодобывающие предприятия, Восточно-Казахстанский медно-химический комбинат. Уровень экологической напряженности – критический [2, 5].

Шемонаихинский промышленный узел объединяет горнодобывающие предприятия, связанные с добычей и переработкой медных и цинковых руд. Высокая степень нарушения рельефа и недр, загрязнение окружающей среды промышленными отвалами. Уровень экологической напряженности критический [5].

Р. Иртыш в пределах Рудного Алтая сильно загрязнена промышленно-бытовыми стоками стоящих на ней городов, выносимыми реками Бухтармой, Ульбой, Краснояркою.

Рудно-Алтайская территориальная природно-хозяйственная система характеризуется дестабилизированной геоэкологической ситуацией, и остается регионом со статусом нерешенных экологических проблем [8].

Наблюдения за состоянием атмосферного воздуха проводятся на стационарных постах в 3 населенных пунктах региона: городах Риддер, Усть-Каменогорск и пос. Глубокое.

Основными загрязнителями атмосферного воздуха являются предприятия цветной металлургии и горнодобывающей промышленности, их удельный вес в общем объеме выбросов загрязняющих веществ составляет 69 %, предприятия распределения электроэнергии, газа и воды – 22,4 %, транспорт и связь – 6,4 %, прочие – 2,2 % [6, 4].

Из общего объема выброшенных загрязняющих веществ (> 160 тыс. т) 81 % составили газообразные и жидкие вещества, 19 % – твердые. В составе 130 тыс. т газообразных и жидких выбросов 54,8 % приходится на диоксид серы, 20,4 % – на оксид углерода, 14,5 % – на диоксид азота, 10,3 % – на углеводороды (без летучих органических соединений). Наибольший вклад в загрязнение атмосферы Рудно-Алтайской ТПХС вносит г. Усть-Каменогорск (47 %), г. Риддер (17 %) и пос. Глубокое (16 %) [1, 6, 8].

г. Усть-Каменогорск – областной центр характеризуется наличием большого числа техногенных загрязнителей, среди которых можно выделить промышленные предприятия, транспорт, автозаправочные станции, предприятия пищевой отрасли, частный жилой сектор. Особенности города являются физико-географические условия его расположения, не способствующие рассеиванию веществ, а также большое количество промышленных производств, находящихся в черте города [1, 4, 8].

г. Риддер относится к числу наиболее загрязненных городов Казахстана. В 2007 г. выбросы составили 10,8 тыс. т (табл. 1). Физико-географическое положение и климат города способствуют тому, что загрязняющие примеси от свинцового завода поступают в город при северо-восточных ветрах, от предприятий цинкового завода и ТЭЦ при северо-западных, западных направлениях ветра. При застойных явлениях все загрязняющие примеси остаются в городе, т.к. город расположен в котловине [1, 4, 8].

Таблица 1

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников загрязнения по городам, тыс. т в год, (данные РГП «Казгидромет»)

Город	Год				
	2004	2005	2006	2007	2008
Усть-Каменогорск	96,3	71,1	72,8	70,6	65,2
Риддер	11,3	11,2	11,1	10,8	10,6
Глубокое	3,7	3,9	3,9	4,3	4,2
Зыряновск	13,4	12,2	14,6	17,4	14,5
Шемонаиха	4,4	4,4	4,1	5,1	5,2
По региону	129,1	102,8	106,5	108,2	99,7

Уровень загрязнения атмосферного воздуха пос. Глубокое остается достаточно высоким. Загрязнение атмосферного воздуха органическими примесями, а также диоксидами серы и азота обусловлено характером рассеивания вредных примесей от главного промузла г. Усть-Каменогорска по долине р. Иртыш в направлении преобладающих ветров, а также вертикальному и горизонтальному переносам воздушных масс на большие расстояния (несколько сотен км) [1, 6, 4, 8].

По объемам выбросов загрязняющих веществ Рудно-Алтайская ТПХС занимает 4-е место – 162,7 тыс. т в год, уступая Карагандинской (1415,4 тыс. т), Павлодарской (556,8 тыс. т) и Актюбинской (168,2 тыс. т) областям.

Таблица 2

Выбросы твердых загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников загрязнения по городам, тыс. т в год, (данные РГП «Казгидромет»)

Город	2004	2005	2006	2007	2008
Усть-Каменогорск	7,3	6,6	7,2	5,7	4,7
Риддер	2,0	2,1	1,9	2,0	2,3
Глубокое	1,7	1,9	1,5	1,7	1,7
Зыряновск	6,9	6,6	7,8	8,9	6,9
Шемонаиха	1,8	1,9	1,7	2,5	2,6
По региону	19,7	19,1	20,1	20,8	18,2

Таблица 3

Выбросы газообразных и жидких загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников загрязнения по городам, тыс. т в год, (данные РГП «Казгидромет»)

Город	2004	2005	2006	2007	2008
Усть-Каменогорск	89,0	64,5	65,6	64,9	60,5
Риддер	9,3	9,1	9,2	8,8	8,3
Глубокое	2,1	2,0	2,3	2,6	2,4
Зыряновск	6,5	5,6	6,8	8,5	7,7
Шемонаиха	2,6	2,5	2,4	2,7	2,6
По региону	109,5	83,7	86,3	87,5	81,5

Значительным источником загрязнения воздушного бассейна Рудно-Алтайской ТПХС является автотранспорт. В силу конструктивного несовершенства и недостатков в эксплуатации, транспорт выбрасывает в атмосферный воздух более 200 химических соединений. Из всего количества автотранспорта 62 % используют бензин, 36 % – дизтопливо и всего 0,2 % – наиболее экологически безопасное газовое топливо. При работе двигателей, использующих бензин, выбрасываются свинец, хлор, бром, при работе дизельных двигателей – значительное количество сажи. И практически все виды транспорта относятся к источникам массивованного поступления в атмосферу канцерогенных углеводородов, вызывающих развитие раковых заболеваний [3, 10]. За период 1995...2007 гг. значительно возросли выбросы от автотранспорта: на 56 тыс. т в год или на 41,7 %. Данный факт объясняется увеличением количества автотранспортных средств [1, 4].

В связи с тем, что отработывающие газы автомобилей поступают в нижний слой атмосферы, а процесс их рассеяния значительно отличается от процесса рассеяния высоких стационарных источников, вредные веще-

ства находятся практически в зоне дыхания человека. Поэтому автомобильный транспорт следует отнести к категории наиболее опасных источников загрязнения атмосферы [1, 10].

Перечень загрязняющих веществ подлежащих контролю, установлен с учетом объема и состава выбросов в атмосферу, а также результатов предварительного обследования загрязнения воздушного бассейна в конкретном населенном пункте.

Основными критериями качества являются значения предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ в воздухе населенных мест. Уровень загрязнения атмосферы оценивается по величине комплексного индекса загрязнения атмосферы (ИЗА₅), который рассчитывается по пяти веществам с наибольшими нормированными на ПДК значениями с учетом их класса опасности. Индекс загрязнения атмосферы рассчитывается как сумма средних за период концентраций веществ, деленных на ПДК_{с.с.}, приведенных к единому показателю [4, 6]:

$$\text{ИЗА} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{q_{cp.i}}{\text{ПДК}_{с.с.i}} \right)^{C_i}, \quad (1)$$

где $q_{cp.i}$ – средняя за месяц, сезон или год концентрация i -го вещества, $\text{ПДК}_{с.с.i}$ – среднесуточная предельно допустимая концентрация i -го вещества, C_i – показатель степени, зависящий от класса опасности вещества.

Уровень загрязнения считается низким при ИЗА менее 5, повышенным – от 5 до 6, высоким от 7 до 13 и очень высоким – ≥ 14 .

Анализ полученных данных на пунктах наблюдения за загрязнением и расчет ИЗА на каждом из пунктов позволил рассчитать общий ИЗА с 2004 по 2008 гг. и определить уровень загрязнения: низкий в пос. Глубокое и высокий в г. Усть-Каменогорске и г. Риддере (табл. 4).

Содержание загрязняющих веществ в 2008 г. в атмосфере городов Рудно-Алтайской ТПХС остается высоким. Средние и максимальные значения содержания вредных примесей в воздушном бассейне городов изменялись в больших пределах, в зависимости от величины выбросов промышленных предприятий, а также расположения городов в различных физико-географических районах, эколого-климатического потенциала загрязнения атмосферы. Для рассматриваемого региона характерно загрязнение атмосферного воздуха как основными, так и специфическими загрязняющими веществами [1, 4, 6].

Динамика изменения уровня загрязнения атмосферы в промышленных центрах Рудно-Алтайской ТПХС (данные РГП «Казгидромет»)

Город	ИЗА ₅				
	2004	2005	2006	2007	2008
Усть-Каменогорск	6,5	6,3	6,5	7,2	7,8
Риддер	8,3	7,9	7,6	7,4	6,9
Глубокое	4,7	4,0	4,6	3,0	3,1

Существенная доля загрязнения окружающей среды связана с пылеобразованием. В атмосферу токсиканты поступают с твердыми техногенными отходами и породой от горнопроходческих работ, хвостов, обогащения, отвалов горного и металлургического производств. Расчеты показывают, что выделение пыли от разложения отходов, которые содержат практически все токсичные компоненты горно-металлургических производств Рудно-Алтайской ТПХС в год составляет 113 тыс.т. За весь период горнопромышленного производства в регионе вынос пыли превысил 10 млн. т, т.е. 1 % от всего объема отходов. Таким образом, учитывая количество добытой руды, полученных из нее концентратов и их металлургического передела, выбросы в атмосферу, только за последние 50 лет, составили 8...10 млн. т [1, 4, 6, 8].

Средняя концентрация взвешенных веществ (пыли) по городам Рудно-Алтайской ТПХС составила 1,2 ПДК. Средняя концентрация взвешенных веществ в городах Риддер, Усть-Каменогорск – составила 1,0...1,8 ПДК. В г. Усть-Каменогорске максимальная из разовых концентраций взвешенных веществ достигала 4,0...4,8 ПДК, в пос. Глубокое – превышала 1 ПДК [1, 4, 6, 8].

Средняя концентрация диоксида серы в г. Риддере и г. Усть-Каменогорске – 1,0...1,8 ПДК. В г. Усть-Каменогорске отмечена максимальная из разовых концентраций диоксида серы равная 3,1 ПДК.

Максимальные из разовых концентраций оксида углерода в г. Усть-Каменогорск превышали 1,0...2,4 ПДК [1].

Средняя концентрация диоксида азота составила 1,1 ПДК. Средняя концентрация диоксида азота в городах Риддер, Усть-Каменогорск, и пос. Глубокое находилась в пределах 1,0...1,7 ПДК. В г. Усть-Каменогорске наблюдалась максимальная из разовых концентраций диоксида азота равная 5,4 ПДК, в городе Риддер и пос. Глубокое – в пределах 2,0...2,9 ПДК [1].

Средняя концентрация фенола составила 1,2 ПДК. Средняя концентрация фенола в г. Риддере достигла 1,7 ПДК, в г. Усть-Каменогорске – 1,0 ПДК. В г. Усть-Каменогорске наблюдалась максимальная из разовых концентраций фенола равная 3,9 ПДК, в городе Риддер – 1,1...2,0 ПДК. Средняя концентрация формальдегида составила 2,7 ПДК. Средняя концентрация формальдегида в г. Усть-Каменогорске – 2,0 ПДК [1].

В г. Усть-Каменогорске среднее содержание фтористого водорода находилось в пределах нормы. В г. Усть-Каменогорске максимальная из разовых концентраций фтористого водорода составила 2,6 ПДК. Максимальная из разовых концентраций хлористого водорода в г. Усть-Каменогорске достигала 1,9 ПДК [1].

В г. Риддере, г. Усть-Каменогорске и пос. Глубокое средний уровень загрязнения воздуха мышьяком находился в пределах допустимой нормы. В 2007 году в сравнении с 2006 годом в городах Риддер, Усть-Каменогорск уровень загрязнения атмосферы значительно не изменился, в пос. Глубокое – снизился. В 2007 году по сравнению с 2005 годом в г. Риддере, г. Усть-Каменогорске и пос. Глубокое – отмечено снижение уровня загрязнения [1].

Если проследить динамику естественного прироста населения, то, начиная с 1990 г., смертность превышает рождаемость [1] (табл. 5).

Таблица 5

Динамика демографической обстановки в Рудно-Алтайской ТПХС
(данные Агентства статистики РК)

Город	Год				
	2004	2005	2006	2007	2008
<i>Среднегодовая численность населения, тыс. человек</i>					
Усть-Каменогорск	303,6	300,8	299,1	298,5	298,5
Риддер	61,7	61,1	60,4	59,7	59,0
Глубокое	65,9	65,9	65,7	65,5	65,4
Зыряновск	87,2	86,2	85,3	84,5	83,6
Шемонаиха	52,3	51,2	50,4	49,8	49,2
По региону	570,7	565,2	560,9	558	555,7
<i>Естественный прирост (убыль) населения, человек</i>					
Усть-Каменогорск	-693	-778	-275	251	484
Риддер	-637	-674	-651	-722	-476
Глубокое	-602	-578	-559	-547	-398
Зыряновск	-685	-712	-739	-664	-596
Шемонаиха	-387	-344	-373	-329	-246

Число заболевших за прошедшие годы показывает прямую зависимость от степени воздействия комплекса вредных загрязняющих веществ, неблагоприятных метеорологических условий и ряда других факторов, оказывающих комбинированное воздействие на здоровье населения. Это приводит к высокому уровню заболеваемости [1] (табл. 6).

Таблица 6

Заболеваемость злокачественными новообразованиями на 100 тыс. населения в Рудно-Алтайской ТПХС, (данные Агентства статистики РК)

Город	Год				
	2004	2005	2006	2007	2008
Усть-Каменогорск	406,1	418,2	401,7	378,3	382,3
Риддер	384,1	388,1	369,8	414,0	385,5
Глубокое	388,5	395,8	352,1	338,9	393,9
Зыряновск	432,3	424,8	362,7	314,9	325,4
Шемонаиха	414,9	359,3	373,8	334,0	360,3
По региону	2025,9	1986,2	1860,1	1780,1	1847,4

По статистическим данным информационно-медицинского центра Восточно-Казахстанской области, в регионе отмечается рост болезней органов дыхания, аллергических проявлений различной степени, болезни кожи и системы кровообращения. Из года в год в регионе регистрируется самый большой процент заболеваний органов дыхания, он занимает лидирующие позиции среди областей Казахстана. Региональный показатель данного заболевания превысил республиканский на 87 % [1].

Для иллюстрации связи были вычислены коэффициенты корреляции между уровнем заболеваемости злокачественными новообразованиями и количеством выбросов от стационарных источников Рудно-Алтайской ТПХС.

Установлена корреляционная связь между заболеваемостью населения злокачественными новообразованиями и количеством газообразных выбросов ($R = 0,6$) и слабая связь с твердыми выбросами ($R = -0,2$). Низкая связь заболеваемости с твердыми выбросами объясняется незначительной долей выбросов. Основная масса выбросов приходится на газообразные вещества. Получена зависимость, связывающая уровень заболеваемости злокачественными новообразованиями и количеством выбросов от стационарных источников Рудно-Алтайской ТПХС: $y = 5,625 x + 1519$, $R^2 = 0,671$, где y – величина заболеваемости злокачественными новообразованиями на 100000 населения; x – выбросы от стационарных источников, тыс. т/год (рис.).

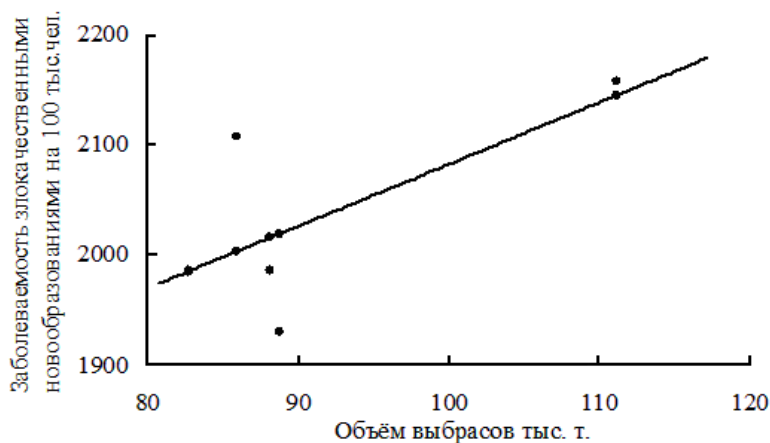


Рис. Эмпирическая зависимость заболеваемости злокачественными новообразованиями и количеством выбросов от стационарных источников Рудно-Алтайской ТПХС.

Следует отметить, что регион занимает второе место в республике по заболеваемости злокачественными новообразованиями после Карагандинской области и второе место по заболеваемости органов дыхания после г. Алматы. Этот факт во многом указывает на неблагоприятность экологического состояния в регионе [4, 8].

В ходе проведенных исследований сделаны следующие выводы:

1. Промышленные предприятия оказывают неблагоприятное воздействие на состояние воздушного бассейна региона.
2. Основными источниками загрязнения атмосферы являются предприятия цветной металлургии.
3. Выявлено превышение ПДК различных веществ в воздушном бассейне региона в 1,5...2 раза.
4. В 2008 г. уровень загрязнения атмосферного воздуха региона характеризовался как высокий (ИЗА = 7...13).
5. Выявлена причинно-следственная связь между количеством выбросов и заболеваемостью злокачественными болезнями.
6. Состояние здоровья населения в большей степени зависит от экологической обстановки, а также других факторов, обусловленных особенностями региона. Поэтому, вопросы, касающиеся улучшения экологической обстановки и здоровья населения должны решаться с учетом влияния всех факторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Охрана окружающей среды и устойчивое развитие Казахстана. / Статистический сборник. – Алматы: Агентство по статистике РК, 1990 – 2008.

2. Баяндинова С.М. Техногенная обусловленность развития геосистем Восточного Казахстана // Материалы международной научно-практической конференции «География: наука и образование». – Алматы, 2007. – С. 44-54.
3. Белозеров Е.С., Джасыбаева Т.С. Социально-экологические аспекты здоровья человека. – Алматы: РПО «Полиграфия», 1993. – 220 с.
4. Исакова Н.А., Медеу А.Р. Республика Казахстан – Том 3: Окружающая среда и экология. – Алматы, 2006. – 518 с.
5. Надыров Ш.М. Пространственная организация территории и расселения населения Республики Казахстан до 2030 г. – Алматы: АО «Институт экономических исследований», 2008. – 352 с.
6. Сальников В.Г. Эколого-климатический потенциал Казахстана – Алматы: «Қазақ университеті», 2006. – 360 с.
7. Токмагамбетова Р.Ю. Влияние экологической обстановки на состояние здоровья населения Акмолинской области. // Гидрометеорология и экология. – 2007. – №1. – С. 125-136.
8. Чигаркин А.В. Геоэкология Казахстана. – Алматы: «Қазақ университеті», 2006. – 320 с.
9. Bradl H.B. Heavy Metals in the Environment: Origin, Interaction and Remediation, Elsevier - Amsterdam, 2005.
10. Brunekreef B. and Holgate S.T. Air pollution and health, Lancet 360 (2002), p. 123.
11. Clarke M., Pilnick A., Edgley A. Seen and unseen 'dirt': lay perceptions of air quality and health impacts in Nottinghamshire, Health & Place.

Казахского национального университета имени аль-Фараби

**РУДНО-АЛТАЙ ӨЛКЕЛІК ТАБИҒИ-ШАРУАШЫЛЫҚ
ЖҮЙЕСІНІҢ АТМОСФЕРА АУАСЫНЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ
ЖАҒДАЙЫ ЖӘНЕ ОНЫҢ ТҮРҒЫЛЫҚТЫ ХАЛЫҚТЫҢ
ДЕНСАУЛЫҒЫНА ӘСЕРІ**

М.А. Каратаев

Рудный Алтай өлкелік табиғи-шаруашылық жүйесінің ауа бассейнінің экологиялық жағдайы қаралып, медико-демографиялық көрсеткіштеріне ластанудың кері әсерін тигізетіні белгілі болды. Рудный Алтайлық ӨТШЖ-ң тұрақты көздерінен шығатын шығарынды мөлшері мен жаңа қалыптасқан қатерлі аурулардың деңгейі арасындағы корреляциялық байланыс орнатылды. Шығарындылардың мөлшерінің өзгеруі мен жаңа қалыптасқан қатерлі аурулардың деңгейі арасындағы мөлшерлік тәуелділікті көрсету үшін регрессивтік анализ жүргізіліп, регрессивті үлгісі құрылды.