

Министерство образования и науки Республики Казахстан
Некоммерческое акционерное общество
«АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ»
Институт «Теплоэнергетики и теплотехники»
Кафедра «Инженерная экология и безопасность труда»

«ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ»
Зав. кафедрой ИЭБТ
к.т.н. Абикенова А.А.

«__» _____ 2020 г.

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

на тему: «Оценка риска влияния загрязнения окружающей среды на здоровье населения»

Специальность: 5В073100 – Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды

Выполнил: Акпаев Н.

Группа БЖДзв-18-1

Руководитель:

к.т.н, доцент кафедры ИЭБТ Санатова Т.С.

«__» _____ 2020

Консультанты:

по экономической части: д.э.н. проф. Сатова Р.К. « 15 » 05 2020 г.

по безопасности

жизнедеятельности: _____ ст.преп. Тыщенко Е.М. « 10 » 05 2020 г.

по делопроизводству

на государственном языке: _____ «__» _____ 2020 г.

Нормоконтролёр: доцент каф. ИЭБТ Мананбаева С.Е. « 20 » 05 2020 г.

Рецензент: _____ «__» _____ 2020 г.

Алматы 2020 г.

Министерство образования и науки Республики Казахстан
Некоммерческое акционерное общество
«АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ»

Институт
«Теплоэнергетики и теплотехники»

Специальность
«Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды»

Кафедра
«Инженерная экология и безопасность труда»

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Студенту: Акпаеву Нуржану Турсунбековичу

Тема работы: «Оценка риска влияния загрязнения окружающей среды на здоровье населения»

утверждена распоряжением по институту № ____ от « ____ » _____ 2020 г.

Срок сдачи законченной работы « ____ » _____ 2020 г.

Исходные данные к работе: расчет и оценка канцерогенного и неканцерогенного рисков влияния загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения города Усть-Каменогорск по данным Информационного бюллетеня «О состоянии окружающей среды Республики Казахстан» за 2018 год.

Перечень вопросов, подлежащих разработке в дипломной работе, или краткое содержание дипломного проекта: рассмотреть алгоритмы построения вероятностных зон поражения при выбросах токсических веществ в атмосферу; сделать и обосновать выбор предприятий и загрязняющих веществ для проведения процедуры оценки риска; рассчитать среднегодовые концентрации в рецепторных точках; выполнить оценку риска влияния загрязнения окружающей среды на здоровье населения города Усть-Каменогорск.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей): Карта расположения выбранных источников загрязнения; Распределение районов по плотности населения; Распределение среднегодовых концентраций выбросов в рецепторных точках; Распределение суммарного индекса опасности неканцерогенного риска по городу Усть-Каменогорск; Распределение концентрации диоксида серы; Распределение индивидуального канцерогенного риска по районам города с учетом плотности населения

Основная рекомендуемая литература: Меньшиков В.В., Швыряев А.А., Захарова Т.В. Анализ риска при систематическом загрязнении атмосферного воздуха опасными химическими веществами. Учебное пособие. – М.: Изд-во Химич. фак. Моск. ун-та, 2003; Быков А.А. и др. Методические рекомендации по анализу и управлению риском воздействия на здоровье населения вредных показателей окружающей среды. – М.: Анкил, 1999; Оценка рисков для организмов человека, создаваемых химическими веществами: обоснование ориентировочных величин для установления предельно допустимых уровней экспозиции по показателям влияния на состояние здоровья. Гигиенические критерии качества окружающей среды 170. - МПХБ, ВОЗ, Женева, 1995.

Консультации по работе (проекту) с указанием относящихся к ним разделов работы (проекта)

Раздел	Консультант	Сроки	Подпись
Основная часть	Санатова Т.С.	19.05.20	
Безопасность жизнедеятельности	Тыщенко Е.М.	10.05.20	
Экономика	Сатова Р.К.	15.05.20	

График подготовки дипломного проекта:

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки	Подпись
Алгоритмы построения вероятностных зон поражения при выбросах ВВ в атмосферу	10.03.20 г.	
Выбор предприятий и загрязняющих веществ \	15.03.20 г.	
Построение вероятностных полей превышения пороговых концентраций	18.03.20 г.	
Расчет среднегодовых концентраций в рецепторных точках	30.03.20 г.	
Расчет и оценка риска влияния загрязнения окружающей среды на здоровье населения города Усть-Каменогорск	15.04.20 г.	
Расчет и оценка химической обстановки при техногенных авариях	06.05.20 г.	
Определение экономической эффективности технических решений	10.05.20 г.	

Дата выдачи задания: « ___ » _____ 2020 г.

Заведующий кафедрой _____ (Абикенова А.А.)

Руководитель работы _____ (Санатова Т.С.)

Задание принял к исполнению студент _____ (Акпаев Н.Т.)

Аннотация

Дипломный проект-« Оценка риска влияния загрязнения окружающей среды на здоровье населения». Работа состоит из введения, 6 глав, заключения и списка используемой литературы. Целью исследования являлась оценка риска влияния техногенного загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения на примере города Усть-Каменогорск.

В работе были рассмотрены алгоритмы построения вероятностных зон поражения при выбросах токсических веществ в атмосферу; процедура анализа риска для выбранного региона. Выполнена оценка экологического риска от систематического загрязнения атмосферы города Усть-Каменогорск по районам расположения стационарных источников загрязнения.

Работа содержит 58 страниц машинописного текста, 14 таблиц, 30 рисунков. В ходе выполнения работы были использованы 15 источников

Аннотация

Дипломдық жоба - «Қоршаған ортаның ластануының адам денсаулығына әсерін бағалау». Жұмыс кіріспеден, 6 бөлімнен, қорытындыдан және пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады. Зерттеудің мақсаты Өскемен қаласының мысалында атмосфералық ауаның өндірістік ластануының денсаулыққа әсер ету қаупін бағалау болды.

Жұмыста улы заттардың атмосфераға шығарылуының ықтималды зақымдану аймақтарын құру алгоритмдері қарастырылды; таңдалған аймақ үшін тәуекелдерді талдау процедурасы. Тұрақты ластау көздері орналасқан аудандар үшін Өскемен қаласының атмосферасын жүйелі түрде ластаудың экологиялық қауіп-қатері бағаланды.

Жұмыста баспа беті 58, кестелер 14, суреттер 30 бар. Жұмыс барысында 15 дереккөз қолданылды.

Annotation

Diploma project - "Assessment of the risk of environmental impact on public health". The work consists of introduction, 6 chapters, conclusion and list of references. The purpose of the study was to assess the risk of the impact of industrial pollution of atmospheric air on public health using the example of the city of Ust-Kamenogorsk.

The work considered algorithms for constructing probabilistic lesion zones during the release of toxic substances into the atmosphere; risk analysis procedure for the selected region. An assessment of the environmental risk from the systematic pollution of the atmosphere of the city of Ust-Kamenogorsk was performed for the areas where stationary sources of pollution were located.

The work contains typewritten pages 58, tables 14, figures 30. In the course of the work, 15 sources were used.

Содержание	
Введение.....	6
1 Глава 1 Алгоритмы построения вероятностных зон поражения при выбросах токсических веществ в атмосферу.....	8
1.1 Количественные показатели риска.....	8
1.2 Методические особенности расчета распространения (рассеивания) выбросов в атмосфере.....	8
1.3 Обобщенный алгоритм расчета вероятности гибели людей (риска) при возникновении выбросов токсических веществ.....	10
2 Глава 2. Процедура анализа риска для региона.....	12
2.1 Основные положения.....	12
2.2 Этапы общего анализа загрязнения объектов окружающей среды в результате выбросов стационарных источников при нормальном функционировании производств.....	15
2.3 Основные элементы процедуры оценки риска для здоровья.....	20
2.3.1 Идентификация опасности.....	20
2.3.2 Оценка воздействующих доз.....	22
2.3.3 Оценка зависимости «доза-эффект».....	23
2.3.4 Характеристика риска.....	25
3 Глава 3. Оценка экологического риска от систематического загрязнения атмосферы города Усть-Каменогорск.....	26
3.1 Выбор предприятий и загрязняющих веществ для проведения процедуры оценки риска для здоровья населения.....	27
3.2 Характеристика населения региона и анализ данных по плотности населения.....	31
3.3 Многолетние климатические данные региона города Усть-Каменогорск.....	32
3.4 Построение вероятностных полей превышения пороговых концентраций для выбросов загрязняющих веществ.....	33
3.5 Расчет среднегодовых концентраций в рецепторных точках.....	34
3.6 Расчет и оценка риска влияния загрязнения окружающей среды на здоровье населения города Усть-Каменогорск.....	36
4	
Глава 4 Безопасность жизнедеятельности.....	45
4. 1 Расчет и оценка химической обстановки при техногенных авариях на предприятии г. Усть-Каменогорска.....	45
5 Глава 5 Экономическая часть.....	50
5.1 Определение экономической эффективности технических решений.....	50
Заключение.....	55
Список используемой литературы.....	56

Введение

В соответствии с определением ВОЗ: «Здоровье является состоянием полного физического, душевного и социального благополучия, а не только отсутствием болезней и физических дефектов» [1].

Охрана окружающей среды и здоровье человека – одна из актуальных проблем, к которой в настоящее время привлечено внимание общественности Республики Казахстан.

Научно-техническая революция, наряду с позитивными явлениями, привела к эскалации противоречий между человеком и его окружением. Увеличение промышленного производства, химизация сельского хозяйства и другие антропогенные процессы радикально изменили экологический баланс, в некоторых случаях необратимо [2].

Согласно документам ВОЗ, долговременное воздействие экологических индикаторов может представлять больший риск для здоровья человека, чем катастрофические бедствия. В условиях «экологического» стресса человек вынужден прожить несколько лет, а человек практически лишен возможности защитить себя от воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды. [3]. Организм человека подвергается воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды, которые способствуют возникновению патологических процессов в процессе жизни.

Атмосферный воздух является одним из мест обитания человека, и здоровье его организма, от его качества во многом зависит уровень физического развития, репродуктивных способностей, подверженности болезням и продолжительности жизни.

Так, по данным Центра охраны здоровья и экопроектирования, потери Казахстана составляют 70,8 доллара США на каждого жителя в год. Это означает, что негативный эффект для здоровья населения Казахстана от загрязнения атмосферного воздуха составляет не менее 1,9 миллиарда в год, влечет за собой и значительные экономические потери. Становится очевидным, что остро проявляется проблема оценки заболеваемости населения от качества окружающей среды.

Казахстан находится на втором месте по общему объему загрязнения окружающей среды органическими веществами среди стран Центральной и Восточной Европы, а также Центральной Азии. В городах наблюдается высокий уровень загрязнения воздуха, уровень концентрации твердых частиц в десятки раз превышает подобные показатели в Европейском Союзе.

Актуальность. Окружающая среда, в частности, влияет на здоровье населения в связи с изменениями социально-экономических условий, ухудшением демографической ситуации и изменениями в структуре питания населения. Сравнительное изучение индикаторов риска позволяет не только прогнозировать вероятность и медицинскую и социальную значимость потенциальных проблем со здоровьем при различных сценариях воздействия этих индикаторов, но также определять приоритет и приоритетность мер по управлению рисками на индивидуальном и коллективном уровнях.

Выявление показателей риска, доказательство их роли в нарушениях здоровья человека, а также количественная характеристика зависимостей вредных эффектов от уровней воздействия конкретных показателей является одной из фундаментальных задач экологического мониторинга.

Цель исследования: оценка риска влияния техногенного загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения на примере города Усть-Каменогорск

Материалы и методы исследования. Состояние загрязнения воздуха города Усть-Каменогорск оценивалось по результатам анализа материалов Информационного бюллетеня «О состоянии окружающей среды Республики Казахстан» Министерства энергетики Республики Казахстан, РГП «Казгидромет», Департамента экологического мониторинга» за 2018 год. Оценка качества атмосферного воздуха проводилась по приоритетным загрязнителям (взвешенные частицы, оксид и диоксид азота, диоксид серы, оксид углерода), оказывающих негативное воздействие на здоровье населения города. В работе оценивался канцерогенный и неканцерогенный риск воздействия данных вредных веществ в атмосферном воздухе. За основу проведения анализа зависимости «доза-эффект» и оценки риска была принята методика оценки риска, основанная на принципах гигиенического регламентирования вредных показателей окружающей среды, частных моделях и результатах эпидемиологических исследований.

Глава 1 Алгоритмы построения вероятностных зон поражения при выбросах токсических веществ в атмосферу

1.1 Количественные показатели риска

Согласно РД 08-120-96 при проведении декларирования опасных производственных объектов следует рассматривать следующие количественные показатели риска [3]:



Рисунок 1- Классификация количественных показателей риска

1.2 Методические особенности расчета распространения (рассеивания) выбросов в атмосфере

Проблема турбулентной передачи и распространения основных загрязняющих веществ в атмосфере является одной из самых сложных проблем современной науки. Размер зоны токсичной опасности в случае токсичных выбросов зависит как от мощности выбросов, так и от характеристик атмосферного переноса, прежде всего скорости ветра и категории (класса) атмосферной стабильности (стабильности). Категории отличаются в основном интенсивностью вертикального перемешивания воздуха.

Для описания зависимости реализации того или иного класса устойчивости атмосферы от скорости ветра “U” были проанализированы данные станций наблюдений в США [11] и в РФ (Обнинский ИЭМ) [12]. Результаты представлены на рисунке 2. Достаточно большое их различие свидетельствует о необходимости использования только “местной” метеоинформации, строго соответствующей определенному типу земной поверхности (равнинная, холмистая и т.д.).

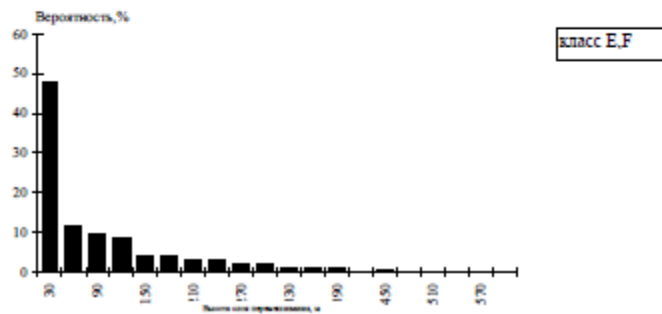
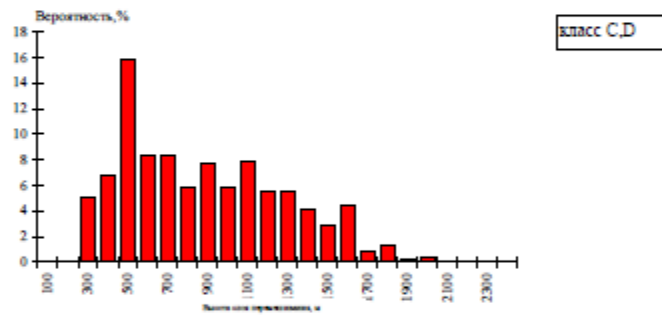
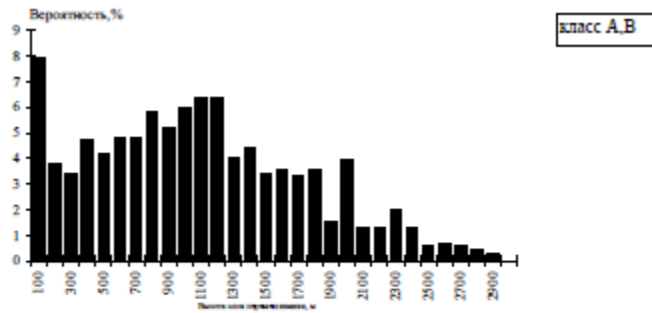


Рисунок 2- Зависимость частоты реализации различной высоты слоя перемешивания для неодинаковых атмосферных условий

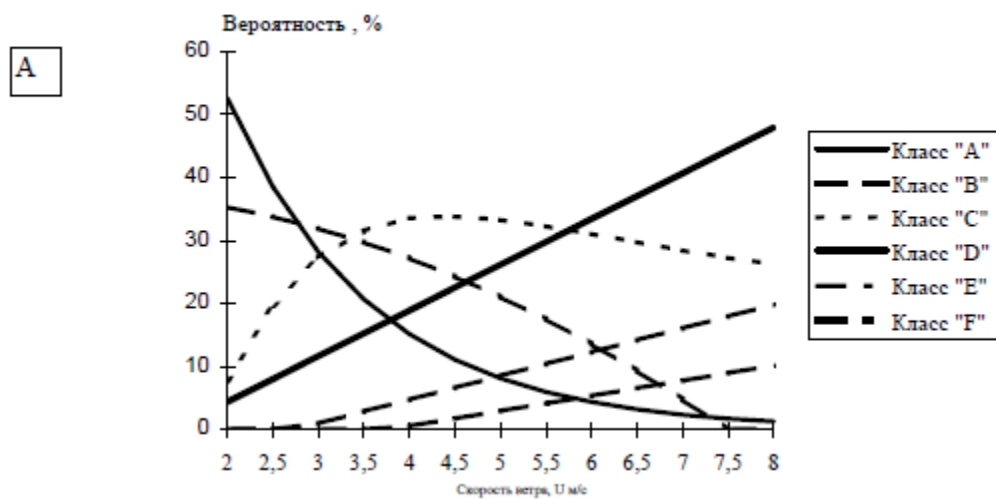


Рисунок 3- Распределение классов устойчивости в зависимости от скорости ветра.

Значения показателя “р” также зависят от класса устойчивости атмосферы и “шероховатости” поверхности Δ_0 указаны в таблице 1.

Таблица 1 Зависимость параметра "р" от величины шероховатости поверхности для различных классов устойчивости атмосферы.

Категория стабильности атмосферы	Параметр шероховатости Δ_0 , м			
	0,01	0,1	1	3
A	0,05	0,08	0,17	0,27
B	0,06	0,09	0,17	0,28
C	0,06	0,11	0,20	0,31
D	0,12	0,16	0,27	0,37
E	0,34	0,32	0,38	0,47
F	0,53	0,54	0,61	0,69

1. 3 Обобщенный алгоритм расчета вероятности гибели людей (риска) при возникновении выбросов токсических веществ

Смертельное поражение человека, находящегося в районе источника токсической опасности, находится в зависимости от многих показателей:

от общих объемов и продолжительности выброса токсического вещества при аварии;

от состояния атмосферы, скорости и направления ветра во время выброса и распространения вещества в атмосфере;

от типа (специфики воздействия) самого вредного вещества;

от места нахождения человека по отношению к источнику в момент аварии;

от состояния здоровья самого человека и от его поведения во время аварии.

Все эти факторы можно разделить на две группы:

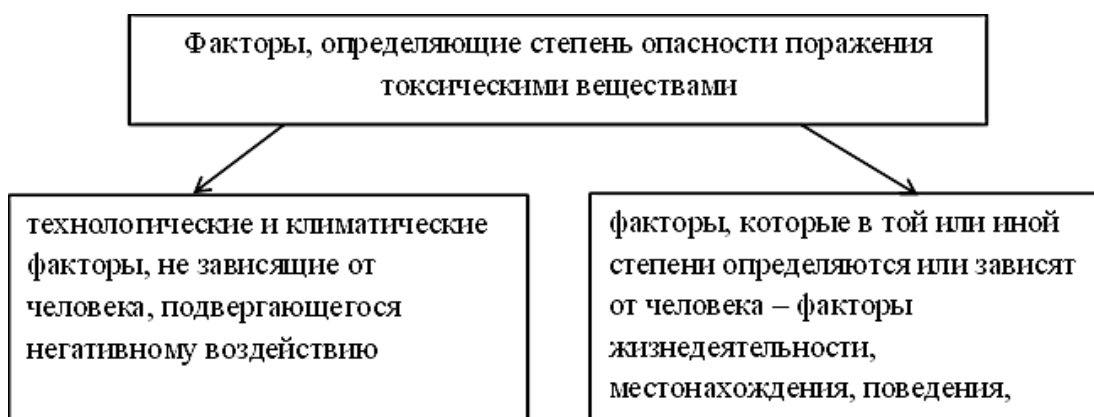


Рисунок 4- Классификация факторов, определяющие степень опасности поражения токсическими веществами

На факторы 1-ой группы (интенсивность и продолжительность выброса, а также тип токсического вещества, состояние атмосферы, направление и сила ветра, время существования вещества в атмосфере и т.д.) человек, который находится в районе аварии, повлиять не может. С точки зрения абстрактного человека, попавшего в зону аварии, такие факторы являются независимыми от него, т.е. объективными.

Реализация конкретного объективного фактора (из общей группы) является случайной. Измерение случайности - это частота или вероятность ее возникновения.

Вероятность получения травмы (риск), определяемая с учетом только объективных показателей, будет потенциальным риском.

Поле потенциального риска позволяет оценить общую картину опасности или ущерба в случае аварии и может рассматриваться как своего рода фон опасности вокруг объекта с токсичным веществом.

В таблице 2 приведены константы для вычисления пробит-функции летального поражения для некоторых химических веществ, рекомендованные Центром изучения безопасности химических процессов Американского института инженеров-химиков для технического персонала заводов [3].

Таблица 2 Константы для вычисления пробит – функции летального поражения технического персонала (С - ppm, Т – мин)

Вещество	α	β	ν
Акролеин	-9.931	2.049	1
Акрилонитрил	-29.42	3.008	1.43
Аммиак	-35.90	1.85	2
Бензол	-109.78	5.3	2
Бром	-9.04	0.92	2
Угарный газ	-37.98	3.7	1
Четыреххлористый углерод	-6.29	0.408	2.5
Хлор	-8.29	0.92	2
Формальдегид	-12.24	1.3	2
Соляная кислота	-16.85	2.00	1.00
Цианистоводородная кислота	-29.42	3.008	1.43
Фтористоводородная кислота	-35.87	3.354	1.00

Продолжение таблицы 2

Сероводород	-31.42	3.008	1.43
Бромистый метил	-56.81	5.27	1.00
Метилизоцианат	-5.642	1.637	0.653
Двуокись азота	-13.79	1.4	2
Фосген	-19.27	3.686	1
Окись пропилена	-7.415	0.509	2.00
Двуокись серы	-15.67	2.10	1.00
Толуол	-6.794	0.408	2.5

Результат токсикологического воздействия зависит от текущего состояния человека, его возрастных и физических данных и многих других характеристик. Это приводит к тому, что часто эффект воздействия может изменяться в 2-5 раз после поглощения той же дозы токсического вещества. Кроме того, во многих зарубежных работах значения пробит-функций приведены с учетом поведения человека и его физиологической активности [14]. Степень поражения в деталях можно оценить более подробно с помощью этого метода [3, 14].

Глава 2. Процедура анализа риска для региона

2.1 Основные положения

Методология анализа риска воздействия вредных показателей окружающей среды на здоровье населения является новым, относительно молодым, но интенсивно развиваемым во всем мире междисциплинарным научным направлением. Принципиальные положения этой методологии, заключающиеся, в частности, в выделении в единый процесс принятия решений по оценке риска и управления им, сформулированы в США в начале 80-х годов.

Следовательно, концепция риска в целом представляет собой системный подход, который включает в себя основные элементы: оценку риска, управление риском и восприятие риска. Это два взаимосвязанных аспекта единого процесса принятия решений на основе профиля риска.

В настоящее время проблемы идентификации опасностей и процедур оценки рисков для нормальной и срочной эксплуатации опасных производств и объектов, по-видимому, более развиты. Вопросы управления рисками в промышленном регионе все еще находятся в концептуальной фазе и требуют разработки нетрадиционных методов и подходов на междисциплинарном уровне. [15].

Оценка риска в общем виде подразумевает процесс идентификации, оценки и прогнозирования негативного воздействия на окружающую среду и/или здоровье и благосостояние людей в результате функционирования

промышленных и иных производств и объектов, которые могут представлять опасность для населения и окружающей среды.

В рамках нормативного подхода рассматривается оценка риска для среды, в которой рецептором (сенсорной связью) является человек. Сравнительный анализ с такой оценкой риска позволяет принять решение о приоритетных мерах по снижению риска для здоровья человека из-за загрязнения объектов окружающей среды.

Оценка риска - это использование доступной научной информации и научно обоснованных прогнозов для оценки риска воздействия вредных экологических показателей и условий для здоровья человека. При этом подчеркивается, что риск для здоровья человека, связанный с загрязнением окружающей среды, возникает при следующих необходимых и достаточных условиях:

1. существование самого источника риска (токсичного вещества в объектах окружающей среды или продуктах питания; технологического процесса, предусматривающего использование вредных веществ и т.п.);
2. присутствие данного источника риска в определенной, вредной для человека дозе;
3. подверженность населения воздействию упомянутой дозы токсичного вещества. Перечисленные условия образуют в совокупности реальную угрозу или опасность для здоровья человека.

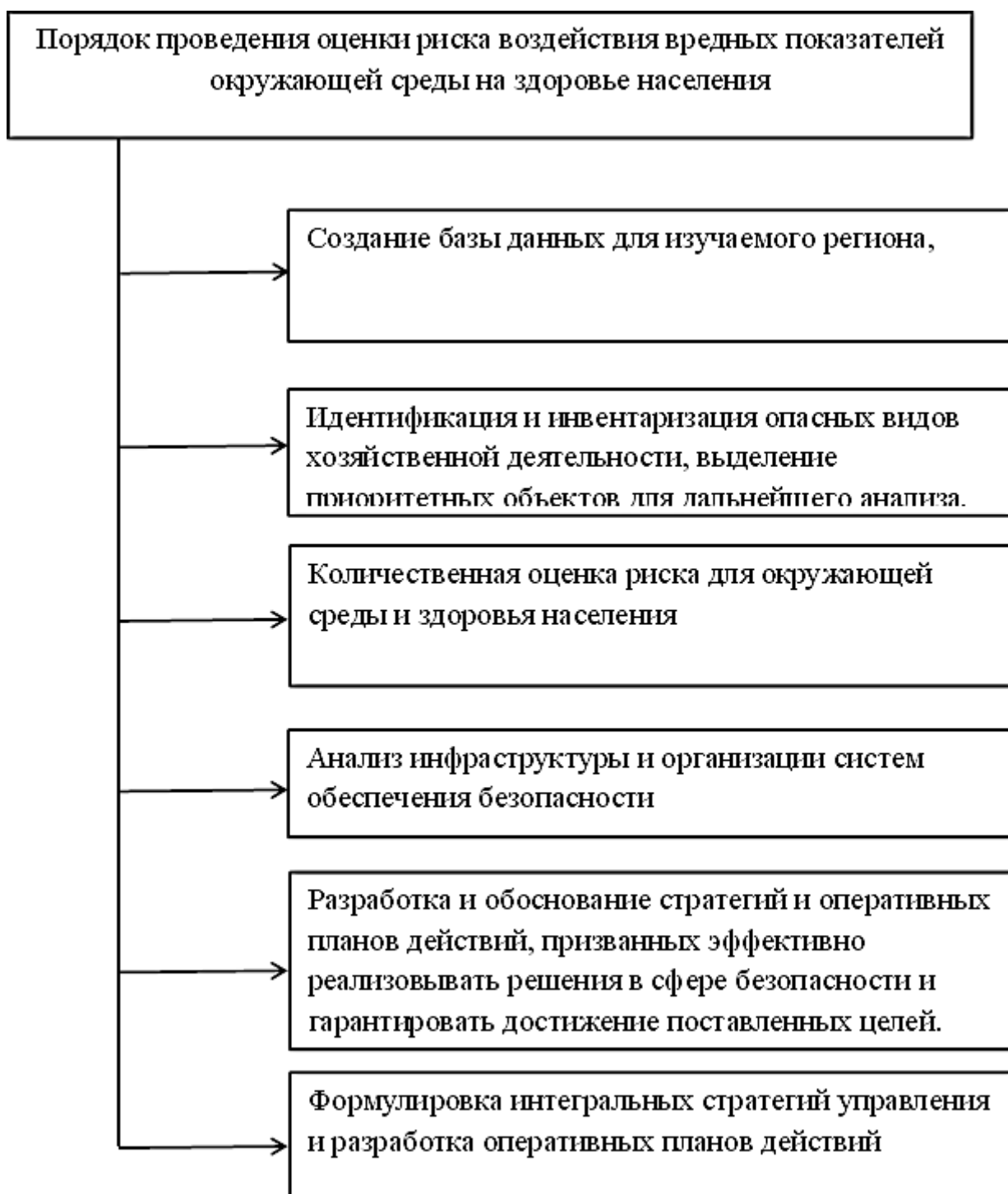


Рисунок 5 - Порядок проведения оценки риска

Исходя из такой структуризации самого риска, выделяются основные элементы процедуры его оценки, которые подразделяются на четыре стадии (фазы). Согласно общепринятому подходу, разработанному US EPA [18] процедуру оценки риска для здоровья можно представить следующей схемой

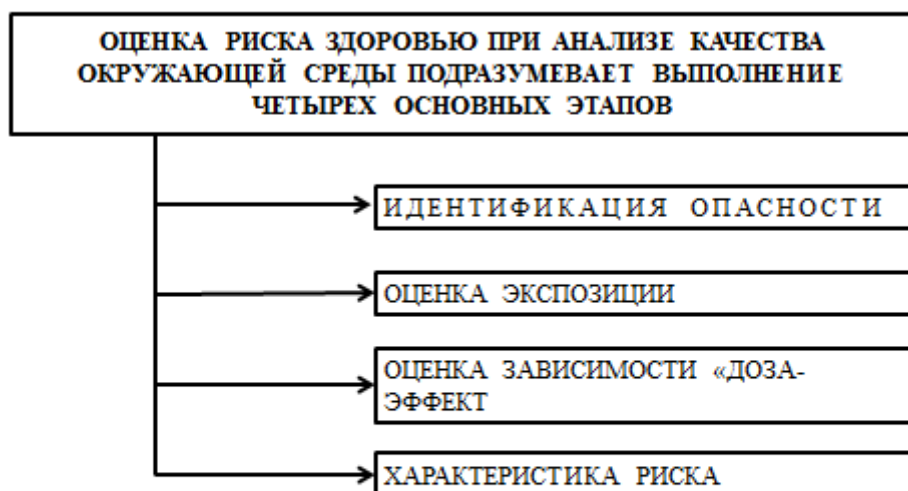


Рисунок 6- Основные стадии оценки риска

Риск при нормальной эксплуатации промышленных объектов может быть связан с выбросами или утечками вредных или опасных веществ, сбросом неочищенных сточных вод, захоронением опасных и высокотоксичных отходов и т. Д. В количествах, которые превышают санитарно-гигиенические нормы и оказывают длительное воздействие на здоровье населения и окружающую среду.

Постоянные выбросы составляют:

1. загрязнители воздуха — выбросы из дымовых труб, выхлопных труб автотранспорта, выбросы летучих веществ из промышленной вентиляции, при сжигании различных материалов на открытом огне и т.д.;
2. загрязнители воды — сброс стоков в поверхностные водоемы, перелив из очистных прудов, неточечные источники, такие как ливневые стоки с городских дорог; загрязнение подземных вод вследствие выщелачивания почвы, разгрузки поверхностных водоемов, утечек из трубопроводов, сбросов из инжектирующих скважин.

2.2 Этапы общего анализа загрязнения объектов окружающей среды в результате выбросов стационарных источников при нормальном функционировании производств

2.2.1 Этапы общего анализа

Основные этапы (структура) проведения общего анализа представлены на рисунке



Рисунок 7- Основные этапы (структура) проведения общего анализа

2.2.2 Сравнительный анализ рисков

Сравнительный анализ рисков позволяет из сопоставления рисков различного происхождения выделить наиболее значимые составляющие риска и, имея ограниченные ресурсы, рационально их распорядиться на снижение основных рисков с учетом результатов экономического анализа, технологических ограничений и политических опросов и, таким образом, установить приоритеты в области охраны окружающей среды и здоровья.

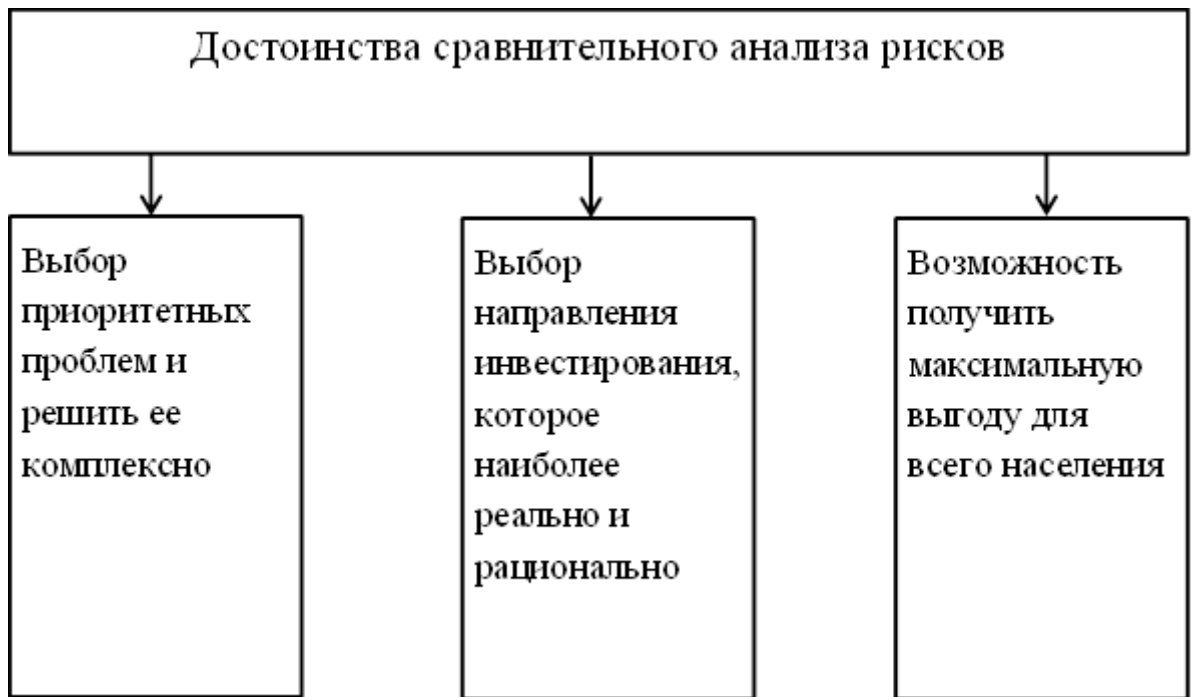


Рисунок 8 - Основные достоинства сравнительного анализа рисков загрязнения окружающей среды здоровью населения

Процедура сравнительного анализа риска включает несколько этапов:

Определение проблемы;

Выбор самой проблемы (какие риски будут включены, а какие нет - проблемы, которые необходимо решить, - это те риски, которыми можно управлять);

Определение объема сравнительного анализа: местный, городской или районный, региональный, штатный или областной, глобальный или международный;

Будут ли риски, представленные из других мест, быть включены в анализ (например, из-за трансграничного переноса загрязнителей);

Будет ли включена оценка состояния окружающей среды и качества жизни или только оценка здоровья;

Выбор метода дифференциации:

по типу побочных эффектов (например, рак, респираторные заболевания, опасность для детей и т. д.);

по виду продукции;

по компонентам окружающей среды (вода, почва, воздух);

по местоположению.

Сбор данных - это определение типа и объема информации, необходимой для оценки риска и оценки риска.

Определите методы сравнения и определите приоритеты экологических проблем:

Выберите функции для сравнения:

количество или частота случаев;

личный риск;

пространственное распределение риска;

обратимость и тяжесть последствий;

тенденция риска с течением времени;
биоаккумуляция загрязняющих веществ, устойчивость, влияние на будущие поколения;
надежность (или неопределенность);
полнота анализа (включена ли вся необходимая информация);
качество собранных данных;
Выберите систему рейтинга для каждого описания:
высокое качество;
присвоение баллов на основании определенных критериев;
какой тип баллов будет использоваться (обычный или пропорциональный);
Выбор принципа сложения баллов,
Сравнительная оценка и расстановка приоритетов.

Результаты сравнительной оценки и анализа могут быть использованы государственными органами на федеральном и региональном уровнях, службами здравоохранения и охраны природных ресурсов, другими министерствами (энергетика, сельское хозяйство), природоохранными мероприятиями крупных промышленных ассоциаций и предприятий, в зависимости от объема исследования. Важно, чтобы лица, принимающие решения, понимали назначение используемых методов, их ограничения и сильные стороны.

2.2.3 Региональный анализ рисков

Региональный анализ рисков предполагает комплексный подход с охватом проблем, создаваемых различными видами источников загрязнения, и их последствиями. Такой анализ позволяет выявить взаимосвязь проблем и оценить различные аспекты их влияния на окружающую среду и здоровье населения на уровне региона. При проведении регионального анализа риска необходимо четко выделить основные объекты анализа, для которых изучается степень риска в процессе исследования.

В связи с этим должны быть определены последствия, которые необходимо учитывать и влияющие на здоровье экономики, благосостояние общества и благосостояние окружающей среды.

Выбор учебной зоны не является простой и понятной задачей. При выборе региона следует учитывать следующие факторы:

Район должен быть выбран для физических и производственных / экономических показателей, а не для административных границ;

Район следует выбирать на основе предприятий и систем, вызывающих беспокойство населения.

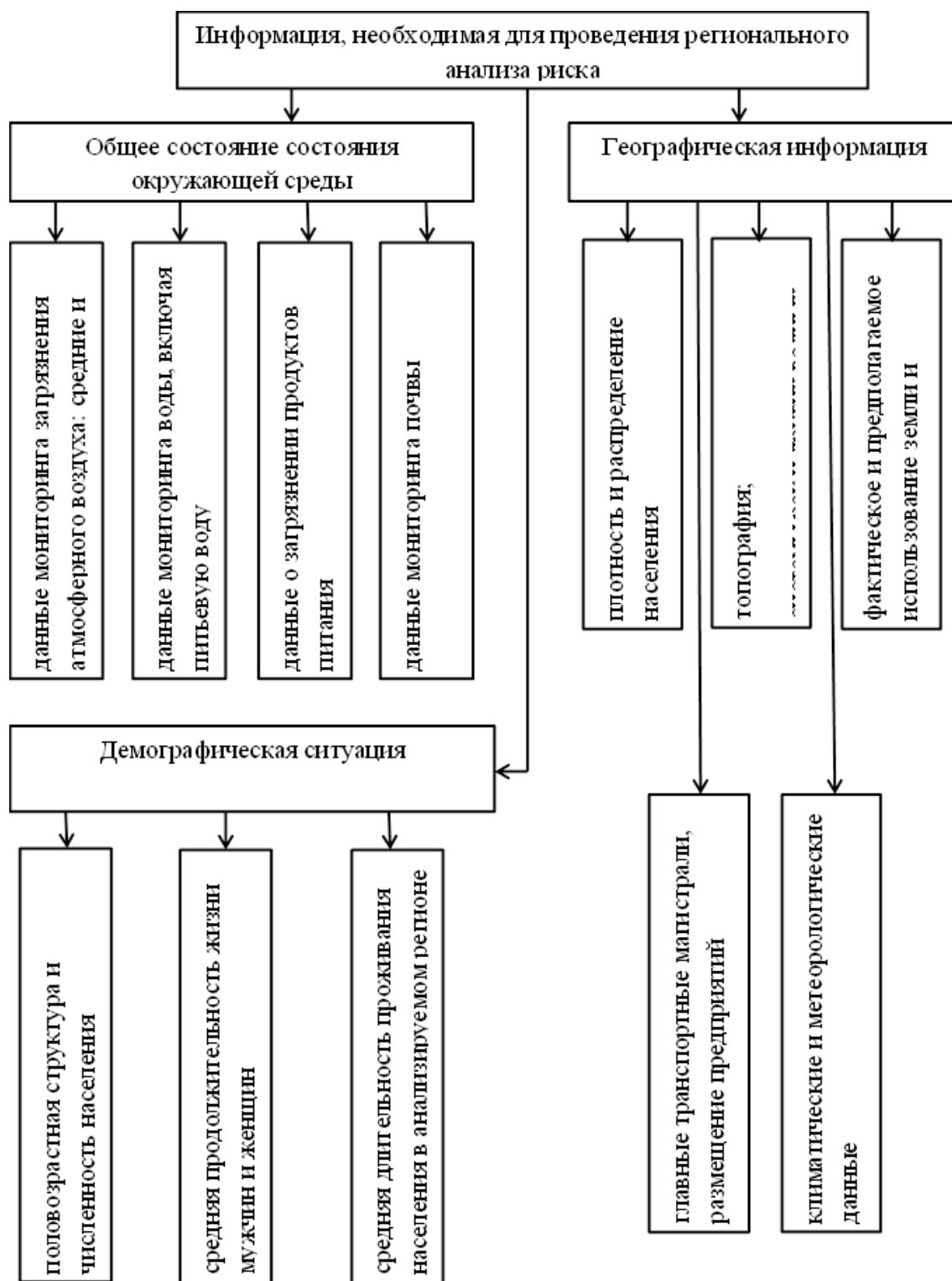


Рисунок 9 - Характеристика данных для проведения анализа регионального риска

Четкие границы нельзя провести до начала анализа опасности, т.к. априорно нельзя определить район, на который может распространяться воздействие;

Необходимо учитывать и учитывать различные виды деятельности в воздушных и водных бассейнах;

Транспортные системы, используемые для транспортировки опасных материалов с одного объекта на другой, могут потребовать рассмотрения районов, удаленных от этого района;

Например, в случае системного анализа, такого как угольная электростанция, такая как шахта, она может быть расположена на значительном расстоянии от рассматриваемой области, и следует использовать соответствующую информацию, а не конкретный анализ этого компонента.

Виды и формы антропогенной деятельности, рассматриваемые в процессе анализа:

Сельское хозяйство, промышленность, в том числе химическая и биохимическая, нефте- и газопереработка, металлургия, пищевая промышленность, взрывные работы и др.;

Объекты трубопроводного и других видов транспорта;

Производство и распределение энергии;

Переработка и захоронение отходов;

Обработка воды и др.

Информация необходима для выявления опасных источников антропогенной деятельности:

О конкретных областях:

общая характеристика производственных процессов;

использованные, обработанные и хранящиеся первичные и вспомогательные материалы, а также промышленные товары;

выбросы в атмосферу твердых и жидких отходов (среднее и максимальное);

методы вывоза и захоронения отходов;

перевозка вредных материалов и веществ;

транспортировка сырья и готовых материалов (включая трубы);

число и виды средств транспортировки опасных материалов, которые можно предоставить;

использование прилегающих земель (деятельность, крупные магистрали и заселенные районы).

Региональный анализ риска требует четкого планирования каждой части анализа. После разработки плана региональной оценки и анализа риска с учетом перечисленных выше объектов и показателей можно приступить к поэтапному его выполнению.

2.3 Основные элементы процедуры оценки риска для здоровья

2.3.1. Идентификация опасности

Опасность – это способность химического соединения наносить вред организму и/или относительная токсичность вещества или смеси веществ.

Идентификация опасности – это первая стадия в структуре оценки риска, где проводится обобщение всей доступной информации, касающейся конкретного региона, источников загрязнений и их природы.

На первом этапе – постановка задачи – формулируются цель оценки, задачи и определяется схема последующего анализа и характеристики риска. В результате вырабатываются концептуальные модели [18].

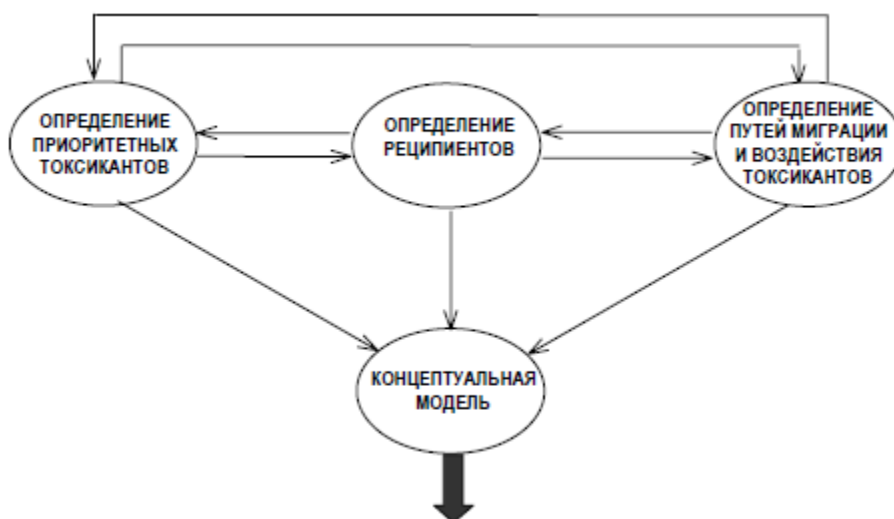


Рисунок 10 - Проведение идентификации опасности

Целью первого этапа оценки риска является выявление (распознавание) потенциальной опасности, т. Е. Определение того, существует ли потенциальная опасность для здоровья в районе исследования, принимая во внимание их способность причинять вред организму, подверженному воздействию населению и химическим веществам в зоне исследования. действие и распространение химических веществ в окружающей среде, их токсичность для человека или экосистем; виды ущерба здоровью и заболевания, связанные с воздействием определенных химических веществ; направления действия (ингаляционные, оральные, кожные) и др.

Как правило, идентификация риска включает в себя:

Сбор и анализ данных обо всех источниках загрязнения объекта исследования;

Выявление и обнаружение вредных показателей;

Предварительная формулировка сценариев и направлений воздействия на потенциально вредные показатели;

Выбор наиболее приоритетных для изучения вредных химических веществ.

Для правильного выбора химии проводится анализ с учетом ряда требований.

Такие требования включают в себя:

частота и тяжесть неблагоприятных эффектов, наблюдаемых в состоянии здоровья населения при воздействии токсического агента, при этом особенно важны необратимые или длительно протекающие изменения в организме, вызывающие канцерогенный эффект, или приводящие к генетическим дефектам, уродствам и другим нарушениям развития у потомства;

постоянный или длительный характер действия;

распространенность веществ в микроэкономической среде вокруг человека и уровень воздействия, которые могут вызвать неблагоприятные изменения в его здоровье;

устойчивость токсического вещества к другим показателям, его накопление в окружающей среде или организме, попадание его в пищевую цепь или естественный круговорот веществ;

реорганизация химического вещества в окружающей среде или в организме человека, что приводит к образованию продуктов, которые являются более токсичными, чем исходное вещество;

размер популяции, подверженной воздействию химического вещества, а также его способность влиять на людей с повышенной чувствительностью к этому токсиканту.

Идентификация рисков, как и любой другой этап, должна заканчиваться описанием неопределенности, т.е. неучтенные или просчитанные показатели, систематические или случайные ошибки измерения или оценки, которые могут повлиять на окончательные результаты профиля риска.

Следующий шаг процедуры оценки риска для здоровья представлен на рис.13 [18].

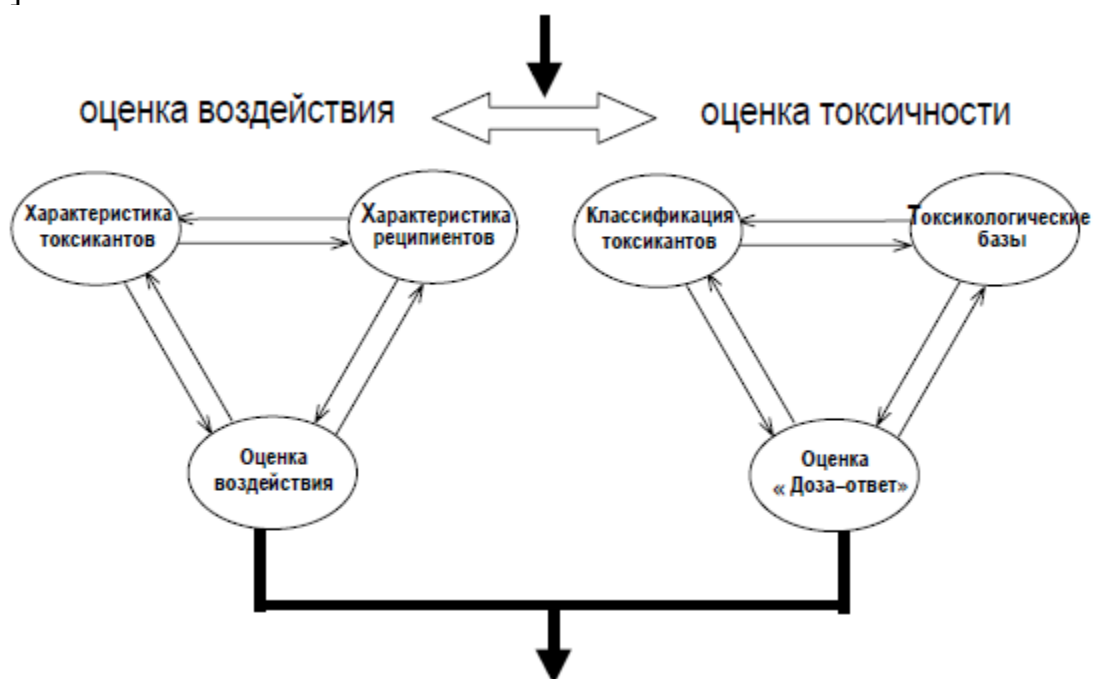


Рисунок 11- Этап анализа риска для здоровья.

2.3.2 Оценка воздействующих доз

На втором этапе оценки риска проводится оценка воздействия (экспозиции), которая представляет собой один из важнейших и, как правило, наиболее точных из всех четырех этапов исследования риска.

Воздействие (экспозиция) - взаимодействие организма (рецепторов) с химическим, физическим или биологическим агентом. Степень воздействия определяется как измеренное или рассчитанное количество агента в конкретном объекте окружающей среды, который контактирует с органами (дыхательные пути, пищеварительный тракт, кожа, слизистые оболочки) в течение определенного периода времени.

Экспозиция может быть выражена как общее количество вещества в окружающей среде (в единицах массы, например, мг/м³), или как величина воздействия – масса вещества, отнесенная к единице времени (например, мг/день), или как величина воздействия, нормализованная с учетом массы тела (мг / кг-день).

Оценка воздействия может учитывать прошлые, настоящие и будущие эффекты с различными параметрами каждого периода, т.е. моделирование будущего, измерение настоящего и анализ совокупности биологических воздействий на прошлые эффекты.

В целом оценка воздействия включает три основных этапа.

Первый этап - это анализ основных физических параметров района исследования (климат, гидрогеологические условия, растительность, тип почвы и т. Д.) И описание окружающей среды с описанием характеристик потенциально затронутых популяций (среда обитания, виды деятельности, демографический состав, местоположение жилых районов). , изучены зоны поражения, текущее районирование территории и т.д. ; потенциально вредные части населения, чувствительные группы населения и т. д.).

Второй этап заключается в определении путей воздействия и маршрутов распространения. Маршрут воздействия - путь химического вещества от источника до экспонируемого организма.

Составными частями полного маршрута воздействия являются:

Источник и механизм химического выброса в окружающую среду;

Рассеивание химических веществ (например, воздух, грунтовые воды);

Место контакта человека с загрязненной окружающей средой (место воздействия);

Люди вступают в контакт с водой, пищей, дыханием и химическими веществами через кожу.

Третий этап - количественное описание воздействия - включает определение и оценку величины, частоты и продолжительности воздействия для каждого анализируемого пути, определенного на этапе 2. Чаще всего этот этап состоит из двух этапов:

оценка воздействующих концентраций;

расчет поступления.

2.3.3 Оценка зависимости «доза-эффект»

Третьим этапом анализа риска является оценка зависимости «доза – эффект», отражающей количественную связь между уровнем воздействия и возникающими в результате этого вредными эффектами в состоянии здоровья (собственно ответ или реакция). Два основных типа вредных эффектов определяются при оценке риска: канцерогенный и неканцерогенный\

Влияние загрязнителей всегда зависит в некоторой степени от количества загрязняющего вещества или его дозы в организме. Доза, в свою очередь, зависит от пути поступления в организм. Загрязняющие вещества могут оказывать различное воздействие в зависимости от вдыхания (вдыхания), воды и пищи (перорально) или поглощения кожи, или внешнего воздействия.

Кривые доза-эффект описывают взаимосвязь между дозой и реакцией (воздействием на организм) загрязнителя.

Максимальное воздействие загрязняющих веществ или других техногенных факторов характеризуется тем фактом, что определенные количества загрязняющих веществ ниже определенной концентрации - порогового значения - не оказывают неблагоприятного воздействия на здоровье населения. Функции реакции организма на воздействие выше порогового уровня, как правило, имеют S-образную форму и характеризуются дозой LD₅₀ или концентрацией LC₅₀.

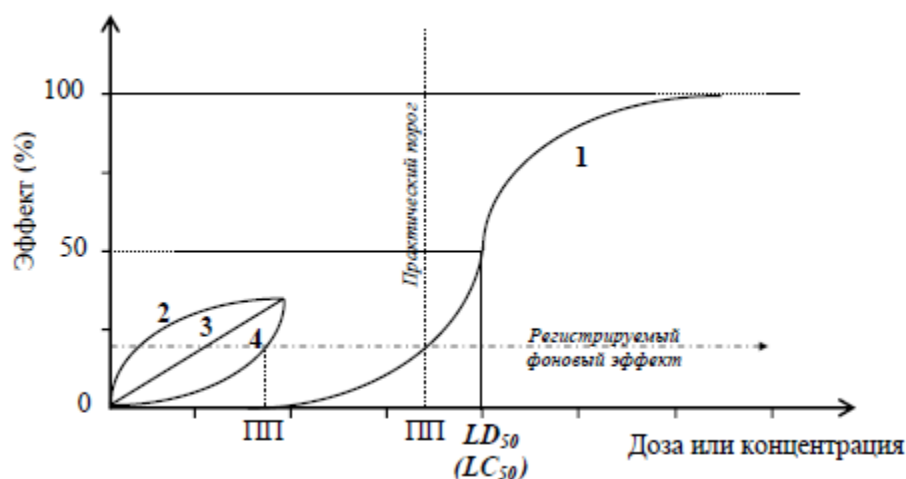


Рисунок 12- Возможные формы зависимостей «доза – эффект» по работе [17]

Кривая (1) на рисунке 12 показывает, что если подобная S-образная зависимость эффекта от дозы имеет место, то никаких изменений в метаболизме человеческого организма не наблюдается, пока не будет достигнута критическая концентрация или доза. Это критическое значение и называется порогом и обозначено на рисунке 12 (ПП). Практический порог (ПП) характеризует границу статистически регистрируемого эффекта, когда последний превышает колебание существующего фонового уровня эффектов.

В настоящее время многими международными научными организациями и большинством авторов, исследующих проблему

биологических эффектов малых доз, признается, что главными отрицательными для здоровья человека эффектами являются:

увеличение частоты злокачественных новообразований определенных органов (или тканей);

увеличение частоты некоторых наследственных болезней у потомков.

Оба класса эффектов являются стохастическими по своей природе, и эффекты настолько малы, что их нельзя измерить напрямую (например, в эксперименте), и для оценки эффекта малых доз используется известное соотношение доза-эффект в диапазоне больших и средних доз. и экстраполяция в область низких доз с использованием моделей.

В общем, можно показать «эффект дозы» (принимая во внимание биологический ответ организма на большие и средние дозы) на воздействие патогена на рак. следующим выражением:

$$f(D) = (a_0 + a_1 D + a_2 D^2) \cdot (-A_1 D - A_2 D^2), \quad (1)$$

где a_0, a_1, a_2, A_1, A_2 - параметры;

D - доза для всего тела (или определенного органа);

$f(D)$ – дополнительная частота возникновения раковых заболеваний (или их специфических форм, характерных для данного органа).

При переходе к малым дозам, как правило, это выражение приводится либо к линейному виду

$$f(D) = a_1 D, \quad (2)$$

либо к линейно-квадратичному виду

$$f(D) = a_1 D + a_2 D^2, \quad (3)$$

2.3.4 Характеристика риска

Характеристика риска представляет собой завершающую часть оценки риска и начальную фазу управления риском. На этом этапе интегрируются все данные, полученные в процессе идентификации опасности, оценки зависимости «доза-ответ» и оценки экспозиции; проводится совокупный анализ степени надежности полученных данных; описываются риски для отдельных показателей и их сочетаний, также характеризуется вероятность и тяжесть возможных неблагоприятных эффектов на здоровье человека.

Риски рассчитываются и описываются отдельно для канцерогенных и неканцерогенных эффектов.

Процесс характеристики канцерогенных опасностей заключается в определении числа ожидаемых дополнительных случаев заболевания раком с использованием концентраций, полученных в точках рецептора, и потенциальных факторов. Рассматриваются следующие основные виды риска:

дополнительный (задний) опасный для жизни индивидуальный канцерогенный риск угрожающего жизни человека рака при воздействии определенного вещества в определенной концентрации или дозе;

годовой популяционный онкологический риск определяется в виде числа дополнительных случаев рака, ожидаемых в течение каждого года, на определенное количество населения в изучаемом регионе в результате воздействия конкретной дозы канцерогена.

индивидуальный дополнительный канцерогенный риск при воздействии атмосферных загрязнителей в течение всей жизни является функцией 3-х основных показателей ингаляционной среднесуточной дозы, рассчитываемой из концентрации в атмосферном воздухе, установленной в точке-рецепторе путем использования моделей рассеивания атмосферных загрязнителей; (2) вероятности, что конкретное химическое соединение провоцирует образование опухоли; продолжительности воздействия. Используя методы, разработанные Агентством по охране окружающей среды США, расчет индивидуального дополнительного канцерогенного риска в течение всей жизни проводится путем перемножения концентрации в точке-рецепторе на фактор потенциала и общую часть времени в течение жизни, когда наблюдалось воздействие.

Глава 3. Оценка экологического риска от систематического загрязнения атмосферы города Усть-Каменогорск

При постановке задачи оценки риска от воздействия стационарных источников загрязнения атмосферного воздуха определяется территория, для которой решается конкретная задача. В качестве промышленного региона для проведения оценки риска выбран район г. Усть-Каменогорска с реальным расположением промышленных предприятий.



Рисунок 13 - Стационарный источник загрязнения (район ТЭЦ № 4) город Усть-Каменогорск

3.1 Выбор предприятий и загрязняющих веществ для проведения процедуры оценки риска для здоровья населения

При выборе источников и/или соединений для последующей оценки риска для здоровья от загрязнения окружающей среды можно использовать следующие критерии:



Рисунок 14 - Основные критерии при выборе источников и/или соединений для последующей оценки риска для здоровья от загрязнения окружающей среды

В таблице 3 представлены величины ПДК и классы опасности загрязняющих веществ – основных компонентов выбросов промышленных предприятий рассматриваемого региона.

Таблица 3 ПДК и классы опасности некоторых загрязняющих веществ

Загрязняющее вещество	Величина ПДК (мг/м ³)		Класс опасности
	Максимальная разовая	Среднесуточная	
Азот (IV) оксид NO ₂	0,085	0,04	2
Сера диоксид SO ₂	0,5	0,05	3
Углерод оксид CO	5,0	3,0	4
TSP (пыль)	0,5	0,15	3

Продолжение таблицы 3

РН (бензол)	0,3	0,1	2
Фтор (неорг.соед.)	0,2	0,03	2
РСІ (СНСL3, ССІ4)	0,1	0,03	2
Хлор	0,1	0,03	2
Формальдегид	0,035	0,003	2
Свинец (неорг. соед. в пересчете на свинец)	0,001	0,0003	1
Мышьяк (неорг. соед.)	-	0,003	2
Аммиак NH3	0,2	0,04	4
Озон O3	0,16	0,03	1

В данной задаче выбор приоритетных источников и соединений для последующей оценки риска был проведен по более точному показателю – взвешенному экспозиционному весу – по следующей формуле:

$$\text{Эмиссия} \times \text{Токсичность} \times \text{Популяция} \times \text{Экспозиция} = \text{Взвешенный экспозиционный вес вещества,} \quad (4)$$

где Эмиссия – количество выбрасываемого соединения (в т/год или баллах);

Токсичность (в баллах) устанавливается на основе тяжести влияния на здоровье;

Популяция – количество населения, подвергающееся воздействию (численность или баллы);

Экспозиция (в баллах) – тип, частота и уровень экспозиции.

Веса взвешенного воздействия, рассчитанные для отдельных предметов или соединений, дифференцированы для этой формулы, что позволяет выбрать предпочтительные соединения. Если предприятие выбрано в качестве источника опасности, измеренная масса веществ и соединений, выделяемых предприятием, накапливается. Измеренные суммы затем дифференцируются, что позволяет идентифицировать источники риска, которые преобладают для анализа рисков предприятия.

На рисунке 15 представлена карта региона с указанием расположения жилых районов региона, объектов инфраструктуры и выбранных в результате ранжирования для проведения процедуры оценки риска источников загрязнения атмосферы (условное обозначение – желтый круг с номером).

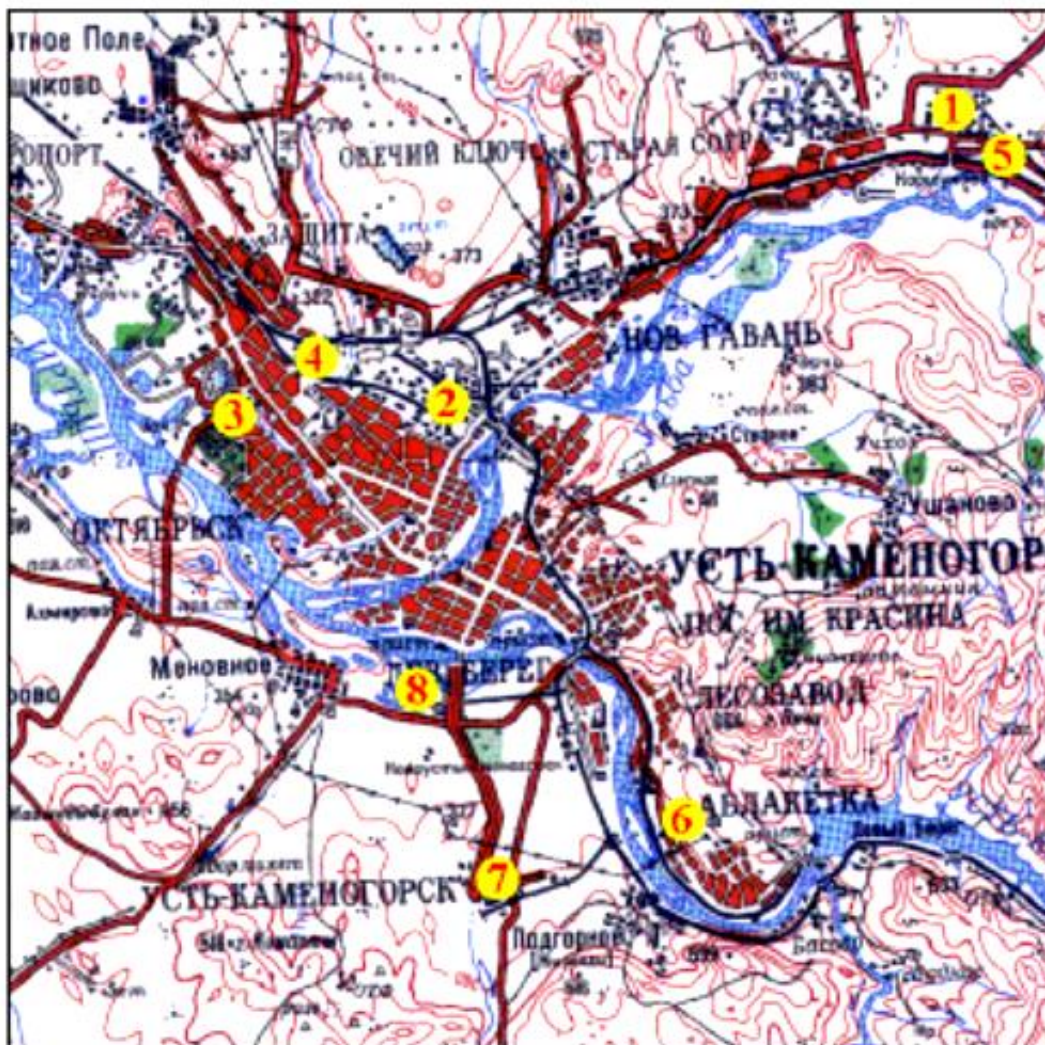


Рисунок 15 - Карта расположения выбранных источников загрязнения
В качестве источников загрязнения выбраны следующие объекты:



Рисунок 16 - Титано-магниевый комбинат



Рисунок 17 - Свинцово-цинковый комбинат



Рисунок 18 - ТЭЦ №1и ТЭЦ №2



Рисунок 19 - Завод минеральной ваты



Рисунок 20 - Конденсаторный завод

Характеристика годового объема выбросов приоритетных загрязняющих веществ выбранных предприятий исследуемого приведена в таблице 4.

Суммарные выбросы семи рассматриваемых предприятий составляют примерно 70% всех выбросов в регионе.

Таблица 4 Выбросы вредных веществ (тонн/год) wybranными предприятиями региона

Производство	СО	пыль	SO2	As,Pb	NOx	R-H
Титано-магниевый комбинат	930	575	-	-	-	-
Свинцово-цинковый комбинат	24489	1964	54602	213	-	38,9
Машиностроительный завод	263,1	227,5	119,1	-	58,9	14,1
ТЭЦ №1	1533,2	9982	7302,1	-	8863,9	-
ТЭЦ №2	411	2285	2093,2	-	1965,3	-
Конденсаторный завод	2,1	18,4	297,7	0,1	21,5	68,4
Завод минеральной ваты	3434,9	648,1	1564,4	-	174,4	-

3.2 Характеристика населения региона и анализ данных по плотности населения.

Для количественной оценки воздействия вредных веществ на население региона (~400 000 чел.) выделено шесть микрорайонов. Каждому микрорайону соответствует свое географическое положение количество населения (таблица 5), на основании которых для каждого микрорайона определяется своя плотность населения.

Таблица 5 Распределение проживающего в регионе населения по микрорайонам с цветовым определением на карте

№ района	Кол-во населения
1	90 000
2	60 000
3	100 000
4	50 000
5	40 000
6	60 000

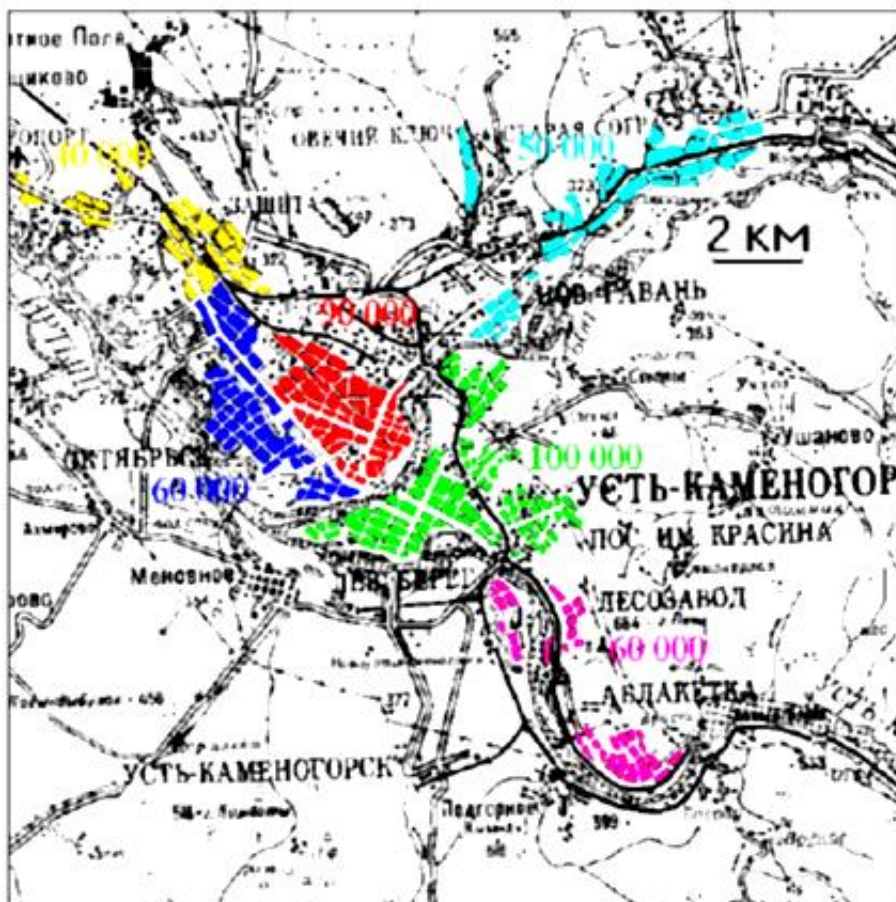


Рисунок 21 - Распределение районов по плотности населения при оценке риска

3.3 Многолетние климатические данные региона г. Усть-Каменогорск

Город Усть-Каменогорск расположен у слияния рек Иртыша и Ульбы на правом берегу реки Иртыш, в Калбинском горном районе Казахстана. Местность, окружающая город, представляет собой речную долину, окруженную почти со всех сторон отрогами горных хребтов. С востока в 3-4 км подходят западные отроги Ивановского хребта, высоты которого здесь достигают более 800 м над уровнем моря. К западу местность несколько понижается и представляет собой обширную, сильно всхолмленную равнину. К юго-западу и югу местность, постепенно повышаясь, переходит в северные отроги Калбинского хребта, пересеченного глубокими ущельями и долинами горных рек. В северном направлении местность переходит в Ульбинский хребет. Озер и болот в окрестностях нет. Почвы – горные черноземы. Растительный покров представлен ковыльно-разнотравными степями.

3. 4 Построение вероятностных полей превышения пороговых концентраций для выбросов загрязняющих веществ

В соответствии с нормативными документами, основным загрязнителем является NO_x . Экологическим критерием качества воздуха вне санитарно-защитной зоны является уровень концентрации меньший 0.04 мг/м^3 в течение суток (ПДК_{сс} для населенных мест) и максимально разовый уровень концентраций менее 0.085 мг/м^3 (ПДК_{мр} для населенных мест). Эти уровни концентрации измеряются за период осреднения 20-30 минут. Научное понимание величины ПДК_{мр} включает в себя допустимую вероятность (частоту) его безопасных для реципиента превышений. Само собой разумеется, что уровень этих превышений не должен выходить за рамки логнормального распределения, которому подчиняется распределение концентраций :

$$\ln C_p > \ln C^* + f(P, \sigma), \quad (5)$$

где: C_p - пороговая концентрация; C^* - среднее арифметическое (математическое ожидание);

P - вероятность превышения некоторого порогового уровня;

σ - дисперсия распределения.

Функция $f(P, \sigma)$ возрастает по мере уменьшения P . Поэтому в неявной форме это понимание ПДК_{мр} нашло подтверждение в согласованных еще Минздравом СССР «Временных указаниях», признающих состояние атмосферы благополучным, если фон (5% превышения) равен ПДК_{мр}. Эта величина связывается с отношением максимально разовой и среднесуточной ПДК. Так для сернистого ангидрида разрешаемая частота превышения может составлять - 1% (часов/год); для диоксида азота и оксида углерода (CO) - 10% (860 часов/год).

Для дальнейших расчетов в качества события негативного воздействия определим превышение концентрации загрязнителей ПДК_{с.с}, а в качестве критерия качества воздушного бассейна частоту этого превышения на уровне 5%.

Таким образом, задача характеристики качества атмосферного воздуха сводится к построению вероятностного поля превышения ПДК_{с.с} в регионе размещения промышленного объекта.

Чтобы решить эту проблему, необходимо рассчитать площадь распределения концентрации для различных метеорологических условий с учетом влияния региональных особенностей (высоты слоя смешения, шероховатости поверхности и площади развития) для каждого из характерных источников выбросов в окружающую среду. Критерием зоны отрицательного воздействия для каждого из рассчитанных вариантов является превышение концентрации $3V$ от своего максимального одnorазового использования ПДК для расчетов. Затем на следующем этапе необходимо получить распределение (поле) вероятности этого явления (повреждения) в разных точках вокруг глаза.

Расчет поступления предусматривает расчетное установление экспозиций для каждого химического вещества при конкретных путях воздействия. Расчетное значение воздействия - это доза, связанная с единицей веса человеческого тела, которая обычно происходит в течение суток и выражается в единицах массы химического соединения (количество загрязнителя, поглощаемого организмом с увеличением времени воздействия, с учетом веса тела).

Поступление химических веществ обычно рассчитывается по формулам, учитывающим воздействующие концентрации, величину контакта, частоту и продолжительность воздействий, массу тела и время осреднения экспозиции. С учетом установленной дозы на следующем этапе оценки риска анализируется зависимость доза-эффект (ответ), связывающая величину воздействующей дозы токсичного вещества с вероятностью появления негативных последствий для здоровья человека.

3.5 Расчет среднегодовых концентраций в рецепторных точках

Для отобранных предприятий проводится моделирование рассеивания нормализованного выброса в 1г/с для расчета концентраций от нормализованного выброса в рецепторных точках. Если все осадки имеют одинаковые коэффициенты осадков и температуры сброса, модель дисперсии может быть рассчитана только один раз (для каждой установки). Поскольку эти параметры могут отличаться для разных загрязняющих веществ, может потребоваться добавить образец отдельно для каждого выбранного вещества.

В этом случае среднегодовая концентрация рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{ср.год}} = C_{\text{норм.выбр}} \cdot Q, \quad (6)$$

где $C_{\text{ср.год}}$ - среднегодовая концентрация вещества X, мкг/м³;

$C_{\text{норм.выбр}}$ - концентрация от нормированного выброса вещества X, (мкг/м³)(г/с)⁻¹;

Q - среднегодовой выброс вещества X, г/с

Расчет среднегодовых концентраций от выбранных стационарных источников представлены в таблице 6

Таблица 6 Расчет среднегодовых концентраций в рецепторных точках в городе Усть-Каменогорск

Среднегодовые концентрации от предприятия, мкг/м ³	СО	пыль	SO ₂	As,Pb	NO _x	R-H
Рецепторная точка 1 Титано-магниевый комбинат	4669,5	86,62	-	-	-	-

Продолжение таблицы 6

Рецепторная точка 2 Свинцово-цинковый комбинат	122957,2	295,89	274,2	0,648	-	3,91
Рецепторная точка 3 машиностроительный завод	1321	34,27	6	-	2,37	1,42
Рецепторная точка 4 ТЭЦ №1	7697,5	1503,7	366,8	-	356,2	-
Рецепторная точка 5 ТЭЦ №2	2063	344,2	105,1	-	79	-
Рецепторная точка 6 Конденсаторный завод	10,6	2,8	15	0,0003	0,86	6,9
Рецепторная точка 7 Завод минваты	17255,2	97,7	78,6	-	7	-

Расчетные значения единичных рисков для выбранных приоритетных загрязняющих веществ при ингаляционном воздействии, используемые в данной задаче/

Таблица 7 Расчетные значения единичных рисков для выбранных приоритетных загрязняющих веществ

Вещество	Значение единичного риска [(мкг/м ³)·год] ⁻¹
Pb	$1,5 \cdot 10^{-7}$
Винилхлорид*	$3 \cdot 10^{-5}$
CO	$1 \cdot 10^{-8}$
SO ₂	$2 \cdot 10^{-8}$
RCI*	$5 \cdot 10^{-7}$
RH (бензол)*	$1 \cdot 10^{-7}$
NO _x	$1 \cdot 10^{-7}$
PM(10) и менее	$1,5 \cdot 10^{-7}$
As*	$5 \cdot 10^{-5}$

Примечание: * – канцерогенные

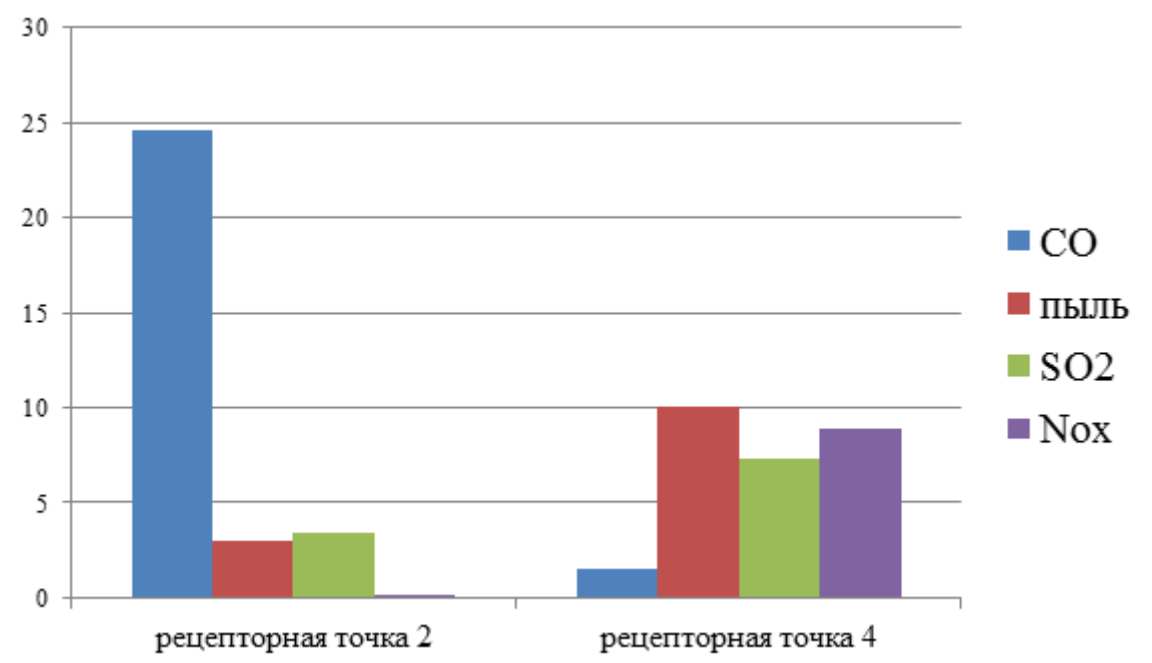


Рисунок 22 - Распределение среднегодовых концентраций выбросов в рецепторных точках РТ 2 и РТ 4

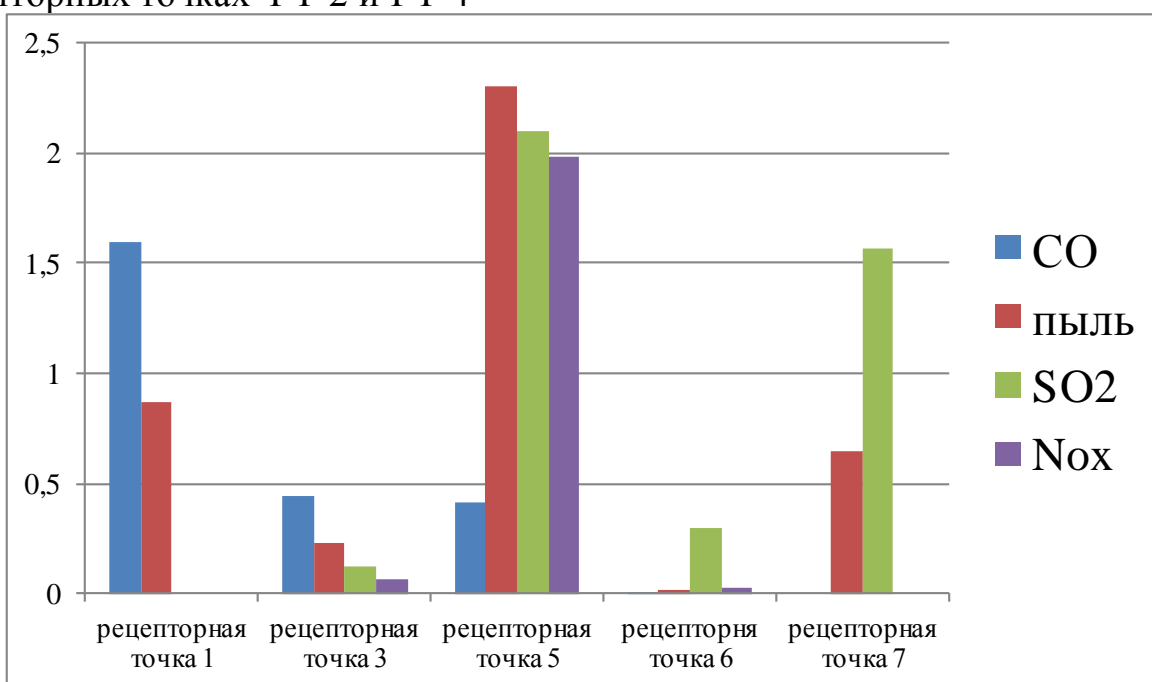


Рисунок 23 - Распределение среднегодовых концентраций выбросов в рецепторных точках РТ 1, РТ 3, РТ 5, РТ 6 и РТ 7

3.6 Расчет и оценка риска влияния загрязнения окружающей среды на здоровье населения города Усть-Каменогорск

Методика оценки риска для здоровья населения от загрязнения атмосферы, обусловленного выбросами стационарных источников

Методика условно разделена на шесть этапов:

Этапы оценки риска

Анализ инвентаризации выбросов предприятий по отчетной форме 2ТП-Воздух за прошлый год и отбор предприятий и веществ для последующей оценки риска.

Анализ данных по плотности населения в городе.

Выбор системы координат и рецепторных точек для расчета воздействующих концентраций.

Моделирование рассеивания выбросов предприятий и расчет среднегодовых концентраций канцерогенов и суммы взвешенных частиц (PM10), NOx, SO2, CO в рецепторных точках.

Оценка индивидуального и популяционного канцерогенного риска и риска смертности для населения промышленного города от атмосферных выбросов промышленных предприятий.

Для расчета неканцерогенного риска

$$HQ = E/RfC, \quad (7)$$

где HQ- коэффициент опасности для неканцерогенных эффектов;

E- уровень поглощения или экспозиции;

RfC – референтная (базовая) концентрация, при действии которой на человеческую популяцию, включая ее чувствительные подгруппы, не создается риск развития каких либо уловимых вредных эффектов в течение всего периода жизни, т.е. среднесуточная предельно допустимая концентрация в воздухе населенных мест, обоснованная по резорбтивному или рефлекторно-резорбтивному лимитирующему признаку вредности.

Чем больше величина HQ превосходит единицу, тем более значительную опасность может представлять анализируемое воздействие.

$$R_{инд} = C \times URi, \quad (8)$$

где $R_{инд}$ – годовой индивидуальный (дополнительный к фоновому) риск развития рака, год⁻¹;

C- средняя ежедневная концентрация загрязняющего вещества, воздействующая на человека на протяжении всей жизни, мкг/м³;

URi – единичный риск для ингаляционного воздействия, характеризующий значение риска для одной единицы концентрации загрязняющего вещества в воздухе на один год, (мкг/м³)·год⁻¹.

Для расчета популяционного риска (Rпоп) число дополнительных (к фоновому) случаев рака в год в данной популяции умножаем на численность популяции (POP):

$$R_{поп} = R_{инд} \cdot POP, \quad (9)$$

Для расчета суммарного риска

В методологии оценки риска комбинированное действие канцерогенных показателей принято рассматривать как аддитивное. Для неканцерогенных

веществ аддитивность признается в случае их одинакового токсического действия.

Суммарный канцерогенный риск рассчитывается по следующей формуле:

$$R_{\text{сум}} = R_1 + R_2 + \dots + R_n. \quad (10)$$

где $R_{\text{сум}}$ – суммарный канцерогенный риск от воздействия нескольких токсических веществ;

R_1, R_2, R_n – канцерогенные риски, обусловленные воздействием компонентов смеси химических веществ.

Суммарный неканцерогенный риск рассчитывается по следующей формуле:

$$HI = HQ1 + HQ2 + HQn, \quad (11)$$

где HI – индекс опасности воздействия нескольких химических веществ общетоксического характера действия.

HQ1, HQ2, HQn – коэффициенты опасности для нескольких химических веществ или для разных путей поступления одного и того же вещества.

Результаты расчета неканцерогенного и канцерогенного риска от загрязнения атмосферного воздуха в городе Усть-Каменогорске представлены в таблицах 8-9.

1 этап.

Цель первого этапа – отобрать ведущие предприятия, которые обуславливают основной вклад в риск для здоровья. Отдельно отбираются предприятия для оценки канцерогенного риска и риска дополнительных случаев смертности от воздействия пыли (взвешенных веществ, PM10), NOx, SO2, CO. Характеристика годового объема выбросов приоритетных загрязняющих веществ выбранных предприятий исследуемого региона приведена в таблице 6. Суммарные выбросы семи рассматриваемых предприятий составляют примерно 70% всех выбросов в регионе.

Сделан вывод по всем канцерогенам, производимым этим предприятием. Затем предприятия располагаются в порядке убывания выбросов, и для моделирования дисперсии отбирается только 90% всех восстановленных канцерогенов в городе (рассчитывается по той же формуле). Для этого полезно составить следующую таблицу, в которой предприятия расположены в порядке убывания приведенного выброса С:

Таблица 8 Расчет канцерогенного риска по городу Усть-Каменогорск

	Соединения As,Pb (канцероген 1)			Бензол (канцероген 2)		
	Ср, мкг/м ³	Ринд	Рпоп	Ср, мкг/м ³	Ринд	Рпоп
Рецепторная точка 2 Свинцово-цинковый комбинат	0,648	$1 \cdot 10^{-7}$	$6 \cdot 10^{-3}$	3,91	$3,91 \cdot 10^{-7}$	$2,5 \cdot 10^{-2}$
Рсум	$4,9 \cdot 10^{-7}$					
Рецепторная точка 6 Конденсаторный завод	0,0003	$1 \cdot 10^{-9}$	$6 \cdot 10^{-5}$	6,9	$6,9 \cdot 10^{-7}$	$4,4 \cdot 10^{-2}$
Рсум	$6,9 \cdot 10^{-7}$					

Таблица 9 Расчет неканцерогенного риска по городу Усть-Каменогорск

	СО		ПЫЛЬ		SO ₂		NO _x	
	Ср, мкг/м ³	HQ	Ср, мкг/м ³	HQ	Ср, мкг/м ³	HQ	Ср, мкг/м ³	HQ
Рецепторная точка 1 Титано-магниевый комбинат	4669,5	1,6	86,62	0,866	-		-	
HI	2,47							
Рецепторная точка 2 Свинцово-цинковый комбинат	122957,2	24,6	295,89	2,96	274,2	3,43	3,91	0,01
HI	31							
Рецепторная точка 3 Машиностроительный завод	1321	0,44	34,27	0,23	6	0,12	2,37	0,06
HI	0,85							
Рецепторная точка 4 ТЭЦ №1	7697,5	1,54	1503,7	10,02	366,8	7,34	356,2	8,9
HI	27,8							

Продолжение таблицы 9

Рецепторная точка 5 ТЭЦ №2	2063	0,41	344,2	2,3	105,1	2,1	79	1,98
НІ	6,79							
Рецепторная точка 6 Конденсаторный завод	10,6	0,002	2,8	0,019	15	0,3	0,86	0,022
НІ	0,343							
Рецепторная точка 7 Завод минваты	17255,2	3,45	97,7	0,65	78,6	1,57		
НІ	5,67							

По результатам расчетов можно сделать следующий вывод:

1. Суммарный индекс опасности неканцерогенного риска во всех рецепторных точках превышает уровень безопасного значения ($HI > 0,1$);
2. Наибольшее значение суммарного индекса опасности неканцерогенного риска отмечается в районах свинцово-цинкового комбината и ТЭЦ №1;
3. Значения индивидуального канцерогенного риска в районах свинцово-цинкового комбината и конденсаторного завода не превышают допустимого значения по всем установленным канцерогенам;
4. Расчетная величина популяционного риска в этих же районах превышает высокий риск (рекомендации ВОЗ)

Распределение индекса опасности по районам города Усть-Каменогорск

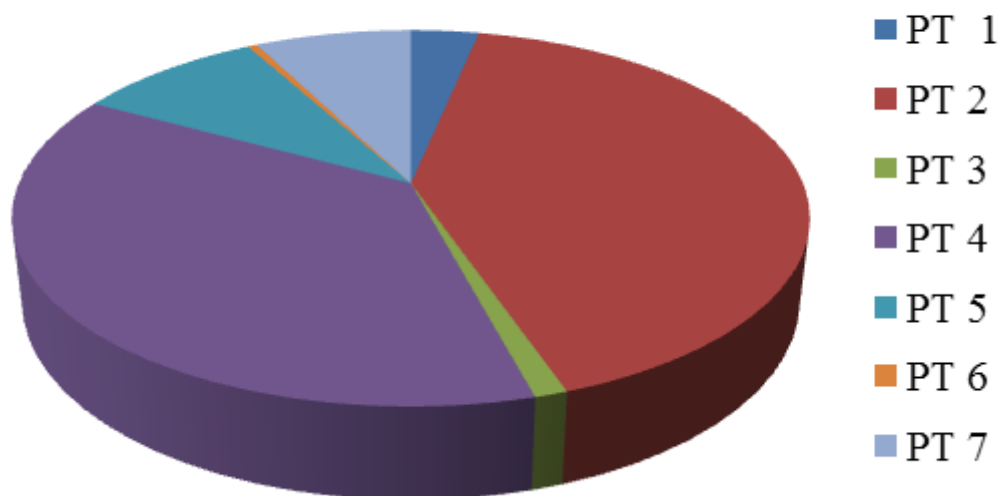


Рисунок 24 - Распределение суммарного индекса опасности неканцерогенного риска по городу Усть-Каменогорск



Рисунок 25 - Распределение индивидуального канцерогенного риска по рецепторным точкам

Этап 2.

Цель этого шага - определить координаты точек рецептора, где вычисляется разброс. Отчет об оценке риска сопровождается картой города с рецепторами и картой предприятий, выбранных для оценки риска.

Этап 3

Цель этого этапа - рассчитать среднегодовую концентрацию каждого канцерогена и общего токсического вещества с использованием дисперсионной модели.

Результатом этого периода является среднегодовая концентрация канцерогенов и общих токсических веществ, рассчитанная для каждой точки рецептора и для каждого предприятия. Результаты расчета среднегодовых концентраций для каждого из отобранных предприятий представляются в следующем формате (таблица 6).

4 этап.

Индивидуальный хронический риск определяется как вероятность развития хронического заболевания или вероятность смерти в результате хронического воздействия и рассчитывается для конкретного периода воздействия.

5 этап.

Удобное представление результатов оценки рисков важно для управления рисками. Результаты удобно показывать в двух матрицах: матрица канцерогенного риска и матрица неканцерогенного риска. Общий канцерогенный риск всех предприятий в одной точке i получается сверткой по индексам j, k .

6 этап.

Целью этого этапа является вычисление погрешностей результатов оценки риска в виде доверительного интервала или среднеквадратичного отклонения.

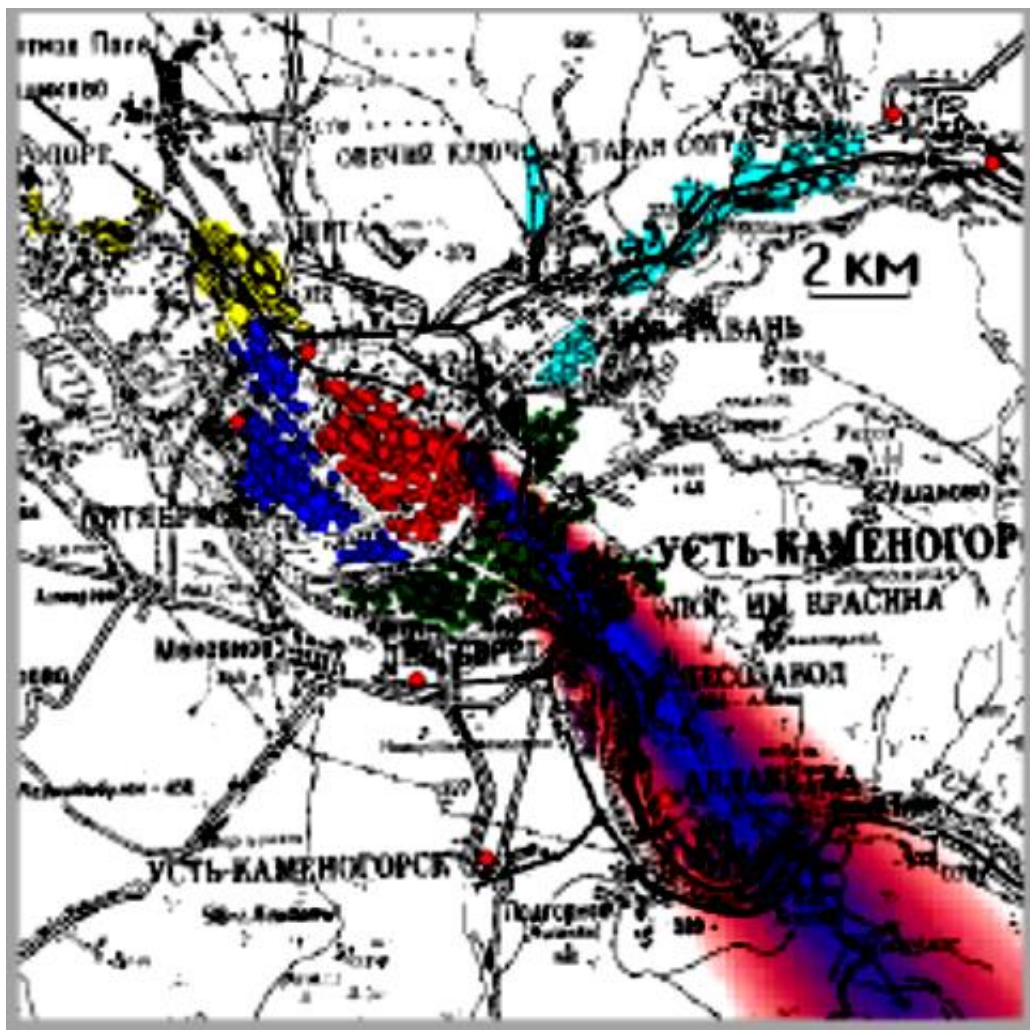


Рисунок 26 - Распределение концентрации диоксида серы в зависимости от направления ветра, его скорости и класса устойчивости атмосферы

Таблица 10 Результаты оценки канцерогенного риска здоровью населения при загрязнении окружающей среды в городе Усть-Каменогорске

Цвет микрорайона с цветовым обозначением на карте	Доля в популяционном риске	Индивидуальный риск в микрорайоне	Количество населения, подверженное воздействию
Красный	22.7%	1.7660810^{-6}	89964 чел
Синий	19.1%	2.2278610^{-6}	59920 чел
Зеленый	18.5%	1.2976210^{-6}	99909 чел
Голубой	10.1%	1.4231610^{-6}	49923 чел
Желтый	21.3%	3.7307410^{-6}	39931 чел

Фиолетовый	8.35%	9.5915110^{-7}	61016 чел
------------	-------	------------------	-----------

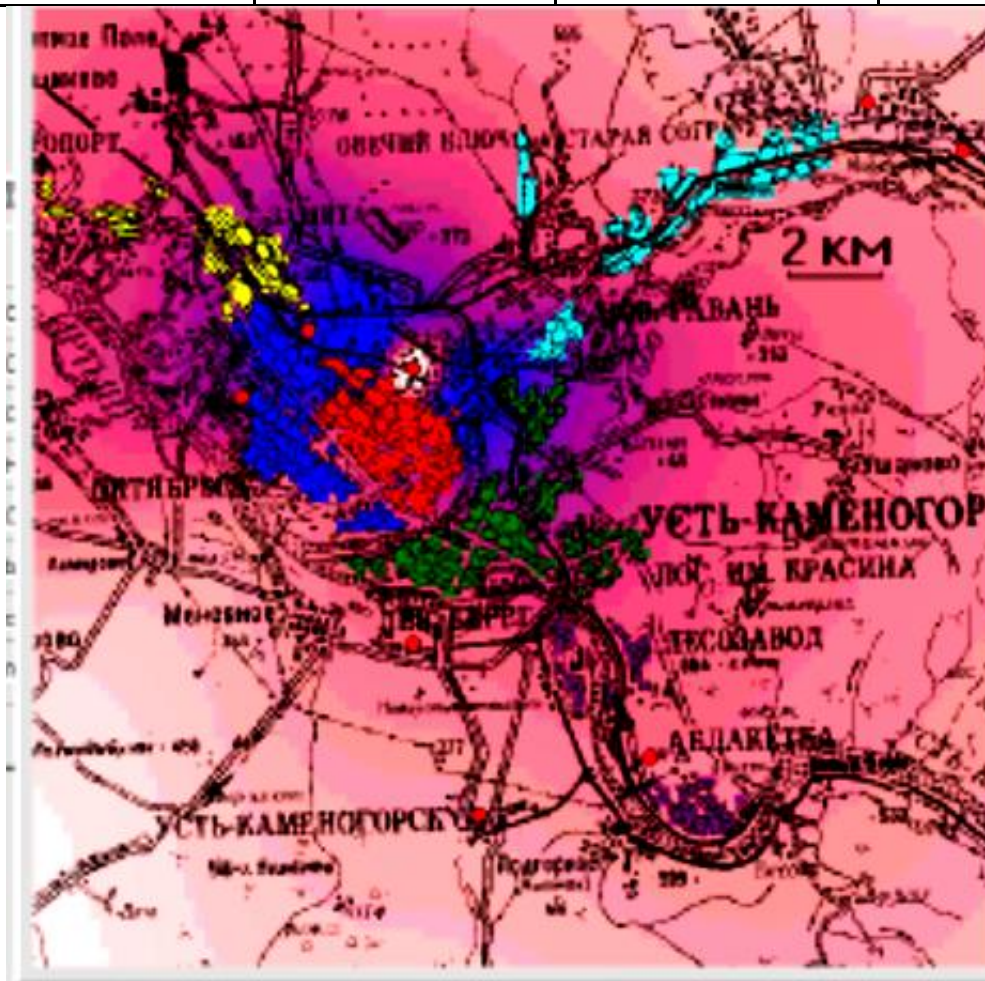


Рисунок 27 - Распределение индивидуального канцерогенного риска по районам города с учетом плотности населения

Коллективный риск в регионе равен $0.7 (\text{год})^{-1}$, количество населения 400 663 чел., средний индивидуальный риск для населения региона составляет $1.75 \times 10^{-6} (\text{год})^{-1}$.

При оценке хронического неканцерогенного воздействия учитывается значение величины суммарного индекса опасности НИ, для которого ВОЗ установлены следующие критерии:

$0,1 < \text{НИ} < 1$ - безопасный уровень воздействия

$\text{НИ} > 1$ - повышенный уровень опасности

При оценке рисков для здоровья, обусловленных воздействием химических веществ канцерогенной направленности действия, загрязняющих окружающую среду, целесообразно ориентироваться на систему критериев приемлемости, рекомендованную в публикациях ВОЗ (1996, 1999, 2000), а также в методических документах ряда зарубежных стран

Таблица 11 Количественная оценка канцерогенных рисков для здоровья населения, рекомендованная ВОЗ

Уровень риска	Индивидуальный пожизненный риск
Высокий (De Manifestis) - не приемлем для производственных условий и населения. Необходимо осуществление мероприятий по устранению или снижению риска	$> 10^{-3}$
Средний - допустим для производственных условий; при воздействии на все население необходимы динамический контроль и углубленное изучение источников и возможных последствий неблагоприятных воздействий для решения вопроса о мерах по управлению риском	$10^{-3} \div 10^{-4}$
Низкий - допустимый риск (уровень, на котором, как правило, устанавливаются гигиенические нормативы для населения)	$10^{-4} \div 10^{-6}$
Минимальный (De minimis) – желательная (целевая) величина риска при проведении оздоровительных и природоохранных мероприятий	$> 10^{-6}$

Глава 4 Безопасность жизнедеятельности

4.1 Расчет и оценка химической обстановки при техногенной аварии на предприятии г. Усть-Каменогорска

Определение масштабов заражения АХОВ включает:

- определение эквивалентного количества вещества по первичному облаку;
- определение эквивалентного количества вещества по вторичному облаку;
- расчет глубины и площади зоны заражения при аварии на ХОО;
- определение времени действия источника заражения;
- определение возможных потерь персонала ХОО и населения при аварии на ХОО и его разрушении.

При расчете и оценке химической обстановки рассматривается вариант техногенной аварии на свинцово-цинковом комбинате города Усть-Каменогорск. Исходными данными для выполнения оценки являются параметры, указанные в таблице 12

Таблица 12 Исходные данные для расчета и оценки химической обстановки при аварии на свинцово-цинковом комбинате города Усть-Каменогорск

Тип СДЯВ	Кол-во СДЯВ (т)	Подстилающая поверхность	N	К-во раб. всего/ в цехе/ вне цеха	Обеспечение противогАЗами, %	T °С	Ветра, (м/с)	Устойчивость
сернистый ангидрид	260 т	Поддон Н=2 м	2	600/500/100	50	0	4	изотер

Определение эквивалентного количества вещества по первичному облаку

Расчет глубины зоны заражения ведется в зависимости от количественных характеристик выброса и скорости ветра. Количественная характеристика выброса СДЯВ для расчета масштабов заражения определяется по эквивалентным значениям. Эквивалентное количества вещества определяется по первичному и вторичному облаку.

Эквивалентное количество вещества по первичному облаку определяется по формуле:

$$Q_{Э1} = K_1 \times K_3 \times K_5 \times K_7 \times Q_0 \quad , \quad (12)$$

где K_1 - коэффициент, зависящий от условий хранения СДЯВ определяется (Для жидких СДЯВ $K_1 = 0$ и следовательно $Q_{Э1} = 0$ т.к. нет внутреннего давления в ёмкости, нет выброса СДЯВ и первичное облако не образуется. Для сжиженных газов $K_1 \neq 0$ и первичное облако образуется)

K_3 - коэффициент равный отношению пороговой токсодозы хлора к пороговой токсодозе другого СДЯВ.

K_5 - коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости

воздуха. Принимается равным: для инверсии - 1, для изотермии - 0,23, для конвекции - 0,008.

K_7 - Коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха Q_0 - количество выброшенного (разлившегося) при аварии СДЯВ (т)

$$Q_{\text{Э1}} = 0,11 \times 0,333 \times 0,23 \times 0,3 \times 260 = 0,657 \text{ т}$$

Определение эквивалентного количества вещества по вторичному облаку

Эквивалентное количество вещества по вторичному облаку рассчитывается по формуле:

$$Q_{\text{Э2}} = (1 - K_1) \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_6 \times K_7 \times \frac{Q_0}{h \times d} \text{ (т)} \quad (13)$$

где h - толщина слоя разлива СДЯВ разлившегося свободно на подстилающей поверхности, принимается равным - 0,05 м., а разлившегося в поддон определяется по формуле- $h = H - 0,2$ м. , где H - высота поддона .

d - удельный вес СДЯВ (т/м^3)

K_2 - коэффициент, зависящий от физико-химических свойств СДЯВ

K_4 - коэффициент, учитывающий скорости ветра

K_6 - коэффициент, зависящий от времени, прошедшего после начала аварии - N .

$$Q_{\text{Э2}} = (1 - 0,11) \times 0,049 \times 0,333 \times 2 \times 0,23 \times 1,231 \times 1 \times \frac{260}{1,8 \cdot 1,462} = 0,81 \text{ т}$$

Значение K_6 определяется после расчета продолжительности испарения вещества - T по формуле:

$$K_6 = N^{0,3} \text{ (при } N < T \text{)} \quad (14)$$

или

$$K_6 = T^{0,3} \text{ (при } N > T \text{)} \quad (15)$$

При $T < 1$ часа K_6 принимается для 1 часа.

Продолжительность испарения

$$T = \frac{h \times d}{K_2 \times K_4 \times K_7} \quad (16)$$

где h - толщина слоя разлива СДЯВ (м)

d - удельный вес СДЯВ (т/м^3).

$$T = \frac{1,8 \cdot 1,462}{0,049 \cdot 2 \cdot 1} = 26,7 \text{ час}$$

Расчет глубины и площади зоны заражения при аварии на ХОО
 Полная глубина зоны заражения Γ (км), обусловленная воздействием
 первичного и вторичного облака СДЯВ, определяется по формуле:

$$\Gamma = \Gamma' + 0,5 \Gamma'' \quad (17)$$

где Γ' - наибольший
 Γ'' - наименьший из размеров Γ_1 и Γ_2 .

По полученным расчетам определяем глубины зон возможного
 заражения по первичному и вторичному облаку

$$\Gamma_1 = 1,503 \text{ км}$$

$$\Gamma_2 = 1,671 \text{ км}$$

Тогда полная глубина зоны заражения будет равна

$$\Gamma = 1,671 + 0,5 \cdot 1,503 = 2,42 \text{ км}$$

Полученное значение - Γ сравнивается с предельно возможным
 значением глубины переноса воздушных масс Γ_{Π} , определяемым по формуле:

$$\Gamma_{\Pi} = N \times V_{\Pi} \quad (18)$$

где N - время от начала аварии (ч);

V_{Π} - скорость переноса переднего фронта зараженного воздуха при
 данных скорости ветра и степени вертикальной устойчивости воздуха, км/ч.

$$\Gamma_{\Pi} = 4 \cdot 24 = 56 \text{ км}$$

За окончательную расчетную глубину зоны заражения $\Gamma_{\text{ОК}}$ принимается
 2,42 км.

Определение площади зоны заражения

Площадь зоны возможного заражения первичным (вторичным) облаком
 СДЯВ определяется по формуле:

$$S_B = 8,72 \cdot 10^{-3} \Gamma_{\text{ОК}}^2 \varphi \quad (19)$$

где S_B - площадь зоны возможного заражения СДЯВ, км²;

Γ - глубина зоны заражения, км.;

φ - угловые размеры зоны возможного заражения, град.

$$S_B = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot 2,42^2 \cdot 45 = 2,3 \text{ км}^2$$

Площадь зоны фактического заражения - $S_{\text{Ф}}$ рассчитывается по
 формуле:

$$S_{\text{Ф}} = K_8 \times \Gamma_{\text{ОК}}^2 \times N^{0,2} \quad (20)$$

где K_8 - коэффициент, зависящий от степени вертикальной устойчивости
 воздуха, принимается равным: 0,081 - при конвекции; 0,133 - при изотермии;
 0,295 - при инверсии.

N - время, прошедшее после начала аварии, ч.

$$S_{\phi} = 0,133 \times 2,42^2 \times 4^{0,2} = 1,03 \text{ км}^2$$

Определение продолжительности поражающего действия СДЯВ

Продолжительность поражающего действия определяется временем испарения СДЯВ с площади разлива по формуле:

$$T = \frac{h \times d}{K_2 \times K_4 \times K_7} \quad (21)$$

$$T = \frac{1,8 \cdot 1,462}{0,049 \cdot 2 \cdot 1} = 26,7 \text{ час}$$

Определение возможных потерь людей

Возможные потери рабочих, служащих и населения от СДЯВ, а также структура потерь зависят от условий нахождения людей на зараженной местности и степени обеспеченности их противогазами.

Всего на момент аварии на территории свинцово-цинкового комбината находилось 600 человек, из них 500 человек в зданиях, 100-на открытой местности, обеспеченность СИЗОД персонала на момент аварии составляла 50 %. Результаты расчета потерь среди персонала предприятия представлены в таблице.

Таблица 13 Определение количества и структуры потерь персонала при аварии на свинцово-цинковом комбинате

Размещение людей	Количество потерь, человек	Структура потерь, человек		
		Легкие	Средней тяжести и тяжелые	Смертельные
В зданиях	135	34	54	47
Открыто	50	13	20	17

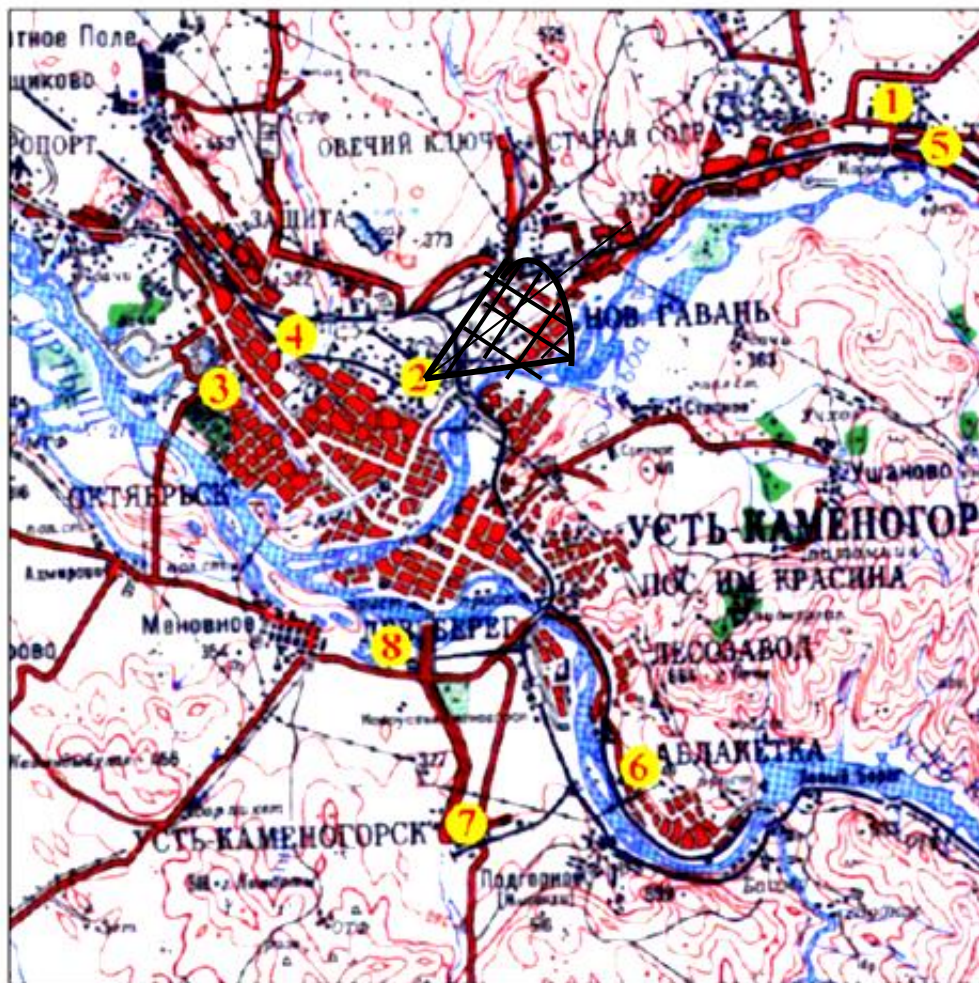


Рисунок 28 - Зона возможного химического поражения при аварии на свинцово-цинковом комбинате

Глава 5 Экономическая часть

5.1 Определение экономической эффективности технических решений

На предприятии планируется приобретение газового пробоотборника (Аспиратор) ОП-221ТЦ, предназначенного для отбора проб воздуха и (или) газа с заданным объемным расходом при выполнении газоаналитических измерений. Аспиратор позволяет отбирать пробу заданного объема, рассчитываемого по установленным значениям расхода и времени прокачки при контроле атмосферного воздуха и воздуха рабочей зоны, электрохимического газоанализатора К-100 для определения концентрации СО при модернизации стационарного пункта наблюдения



Рисунок 29 - Газовый пробоотборник (Аспиратор) ОП-221ТЦ (оборудование №1)



Рисунок 30 - Электрохимический газоанализатор к-100 (оборудование №2)

Задаваемые условия для расчета экономической эффективности:
– расчетный период T принимаем 5 лет (для нестандартного оборудования);

– капитальные вложения K осуществляются в течение первого года расчетного периода.

Общая величина капитальных вложений включает суммарные затраты на приобретение, транспортировку и монтаж оборудования, а также строительные работы и затраты на приобретение производственных площадей:

$$K = Ц_{об} + T_p + Z_{смр} + Ц_{пл} + Z_{нр}, \quad (22)$$

где K – единовременные (капитальные) затраты, р.;

$Ц_{об}$ – стоимость оборудования;

T_p – транспортные расходы;

$Z_{смр}$ – затраты на строительные-монтажные работы;

$Ц_{пл}$ – стоимость производственной площади;

$Z_{нр}$ – непредвиденные расходы.

Затраты на монтаж оборудования определяются в размере 10–15 % от стоимости оборудования в зависимости от сложности выполняемых работ.

Транспортные расходы берутся в размере 5–10 % от стоимости оборудования.

Резерв на непредвиденные расходы составляет 3–5 % от суммы предыдущих затрат.

Расчет единовременных (капитальных) затрат:

Для модернизации стационарного пункта наблюдения необходимо:

– покупка оборудования №1 и №2 - 885 000 тг (325 000 + 560 000)

– транспортные расходы по доставке оборудования до места установки (5% от стоимости оборудования – 44 250) ;

– строительные-монтажные работы (10 % от стоимости оборудования – 88 500 тг.)

Таким образом, единовременные затраты при модернизации составят:
 $885\,000 + 44\,250 + 88\,500 = 1\,017\,750$ тенге.

Общая сумма текущих издержек за год определяется по экономическим элементам:

$$I_{тек} = Z + O_{сн} + M + A + П_p, \quad (23)$$

где $I_{тек}$ – текущие издержки (эксплуатационные расходы), тг.;

Z – основная и дополнительная заработная плата;

$O_{сн}$ – отчисления на социальные нужды;

M – материальные затраты (затраты на топливо, электроэнергию и т.п.);

A – амортизационные отчисления;

Пр – прочие расходы.

Текущие (эксплуатационные) затраты по «старой» технологии.

За год среднее число отказов оборудования составляет 1 раз в месяц. При существующей технологии ежегодно 3 ед. подлежат замене. Стоимость одного угольного фильтра составляет 14 824 тенге. То есть ежегодные затраты на замену фильтров составляют:

$$14\,824 \cdot 3 = 44\,472 \text{ тенге}$$

На ремонт оборудования задействован один рабочий 8-го разряда.

Месячная тарифная ставка рабочего 8-го разряда составит:

$$199,70 \cdot 2,69 \cdot 164,17 = 88\,190,97 \text{ тенге}$$

где 199,70 – часовая тарифная ставка рабочего 1-го разряда, р.;

2,69 – тарифный коэффициент рабочего 8 разряда;

164,17 – среднегодовая норма часов

Доплата за вредные условия труда (8 %):

$$88\,190,97 \cdot 8\% = 7\,055,28 \text{ тенге}$$

Премияльная оплата труда (40 %):

$$88\,190,97 \cdot 40\% = 35\,276,39 \text{ тенге}$$

Усть-Каменогорский коэффициент (15 %):

$$(88\,190,97 + 7\,055,28 + 35\,276,39) \cdot 15\% = 19\,578,40 \text{ тенге}$$

Итого месячный фонд оплаты труда рабочего 8 разряда составляет:

$$88\,190,97 + 7\,055,28 + 35\,276,39 + 19\,578,40 = 150\,101,04 \text{ тенге.}$$

Годовой ФОТ составляет:

$$150\,101,04 \cdot 12 = 1\,801\,212,48 \text{ тенге}$$

Отчисления на социальные нужды установлены в размере 30 % от общего

фонда заработной платы и включают в себя отчисления в:

– пенсионный фонд РК – 22 %;

– фонд обязательного медицинского страхования – 5,1 %;

– территориальный фонд обязательного медицинского страхования – 2,9

%.

Таким образом, годовые отчисления составляют:

$$1\,801\,212,48 \cdot 30\% = 540\,363,74 \text{ тенге}$$

Затраты на электроэнергию составляют:

$$2005 \cdot 1,5 \cdot 16,5 = 49\,623,75 \text{ тенге}$$

где 2005 – количество часов работы вентиляции цеха, ч;

1,5 – мощность двигателя, кВт · ч;

16,5 – стоимость электроэнергии для промышленных предприятий, тг.

Амортизационные отчисления по существующей технологии за год составляют 500 000 тг. (норма отчислений 10 %, стоимость вентиляционной системы 5 000 000 тенге).

Таким образом, годовые текущие затраты по «старой» технологии с учетом амортизации составят:

$$44\,472 + 1\,801\,212,48 + 540\,363,74 + 49\,623,75 + 500\,000 = 2\,935\,671,97$$

тенге

Текущие (эксплуатационные) затраты по «новой» технологии

В данном разделе приведены статьи расходов, которые будут изменены при внедрении новой технологии. Все остальные статьи остаются прежними.

Затраты на замену угольного фильтра будет отсутствовать. Так как при внедрении технологии с использованием электрохимический газоанализатора и газового пробоотборника предполагается снижение % замены до 0 %.

Затраты на электроэнергию составляют:

$$2005 \cdot 1,5 \cdot 16,5 = 49\,623,75 \text{ тенге}$$

Амортизационные отчисления по новой технологии за год составляют 88 500 тенге. (норма отчислений 10 %, стоимость покупка оборудования №1 и №2 - 885 000 тг (325 000 + 560 000)).

Таким образом, годовые текущие затраты по «новой» технологии с учетом амортизации составят:

$$1\,801\,212,48 + 540\,363,74 + 49\,623,75 + 88\,500 = 2\,479\,699,97 \text{ тенге}$$

Годовой приток денежных средств (P)

Приток денежных средств по операционной деятельности рассчитываем по формуле:

$$P_{\text{оп}} = \Delta C_{\text{т.м.}} + A, \quad (24)$$

где $\Delta C_{\text{т.м.}}$ – снижение трудовых и материальных затрат (без амортизации), тг.;

A – амортизационные отчисления.

В таблице представлено сравнение текущих затрат по «старой» и «новой» технологии.

Таблица 14 Текущие издержки по "старой" и "новой" технологии

Показатель	"Старая" технология	"Новая" технология	Δ , тг.
Затраты на замену угольного фильтра, тг.	44 472,00	0	44 472,00
Общий фонд заработной платы, тг.	1 801 212,48	1 801 212,48	-
Отчисления на соц. нужды, тг.	540 363,74	540 363,74	-
Затраты на электроэнергию, тг.	49 623,75	49 623,75	-
Амортизационные отчисления, тг.	500 000,00	88 500,00	411 500,00
Итого тг.	2 935 671,97	2 479 699,97	455 972,00

Годовая экономия текущих издержек при новой технологии составляет 455 972,00 тг.

Расчет оценочных показателей проекта

Чистый доход рассчитывают по формуле:

ЧД = - 489 670 + 708 695 + 708 695 + 708 695 + 708 695 + 708 695 = 3 053 805 тг.

Чистый дисконтированный доход (ЧДД) определяется как сумма текущих эффектов за весь расчетный период, приведенный к начальному шагу. Величина ЧДД определяется по формуле (2.5), где E (норма дисконта), z (рисковая поправка) – 0,08:

$$\begin{aligned} \text{ЧДД} = & \frac{-489\,670}{(1 + 0,0825 + 0,08)^0} + \frac{708\,695}{(1 + 0,0825 + 0,08)^1} + \frac{708\,695}{(1 + 0,0825 + 0,08)^2} + \\ & + \frac{708\,695}{(1 + 0,0825 + 0,08)^3} + \frac{708\,695}{(1 + 0,0825 + 0,08)^4} + \frac{708\,695}{(1 + 0,0825 + 0,08)^5} \end{aligned}$$

ЧДД = 1 817 337, 25 тг.

Срок окупаемости – это период, начиная с которого первоначальные вложения и другие затраты, связанные с внедрением новой технологии, покрываются суммарными затратами.

Без учета стоимости дисконта срок окупаемости можно найти по формуле (2.8)

$$T_{\text{ок}} = \frac{489\,670}{708\,695} \approx 0,69 \text{ года.}$$

Дисконтированный срок окупаемости необходимо определять в расчете на месячный интервал, так как T₀ менее года. Коэффициент дисконтирования на месячный интервал составляет 0,0825 / 12 = 0,006875, рисковый коэффициент 0,08 / 12 = 0,0067. Месячная экономия эксплуатационных расходов составляет 708 695 / 12 = 59057,92 тенге

$$\frac{59057,92}{1,0136^1} + \frac{59057,92}{1,0136^2} + \frac{59057,92}{1,0136^3} + \frac{59057,92}{1,0136^4} + \frac{59057,92}{1,0136^5} + \frac{59057,92}{1,0136^6} + \frac{59057,92}{1,0136^7} + \frac{59057,92}{1,0136^8} + \frac{489\,670}{1,0136^0} \approx \frac{489\,670}{1,0136^0}$$

$$T_0 \approx 8,5 \text{ мес.}$$

На основании полученных результатов можно сделать следующие выводы:

– условием эффективности проекта является то, что за время T ЧДД > 0, а так как в нашем случае ЧДД = 1 817 337, 25 тг., то внедрение новой технологии с применением новых оборудований можно считать экономически эффективными;

– срок окупаемости без учета дисконтирования равен 0,69 года, то есть проект прибыльный, с учетом дисконтирования 8,5 месяца.

Заключение

В данной работе был проведен расчет с использованием применяемых в данное время методик оценки зависимости "доза-эффект" с применением этих методов для оценки рисков ущерба здоровью населения города Усть-Каменогорск из-за загрязнения атмосферного воздуха.

Для практического применения системы оценки риска пользуются более простыми формулами, основными из которых являются следующие:

1. Линейная или линейно-экспоненциальная модели
2. Пороговая модель
3. Модель индивидуальных порогов

По результатам оценки потенциального канцерогенного и неканцерогенного риска для населения города Усть-Каменогорска (данные по загрязнению атмосферного воздуха) все 7 контрольных районов города имеют повышенный уровень опасности воздействия неканцерогенных веществ на здоровье населения.

При оценке канцерогенного риска в городе выявлено 2 района (Свинцово-цинковый комбинат и конденсаторный завод). Расчеты показали, что значение индивидуального канцерогенного риска находятся в пределах желательных величин. А вот популяционный риск возрастает до критических значений. Что означает рост заболеваемости населения при канцерогенном воздействии онкологическими заболеваниями

Методология оценки риска начинает широко использоваться в практической деятельности органов санэпидслужбы. Были разработаны нормативы и методики, связанные с оценкой риска здоровью населения при воздействии показателей окружающей среды, производственных показателей, качества ряда продуктов питания и пр. Оценка риска используется при принятии решений в различных областях санэпиднадзора, от выбора и согласования участка под строительство отдельных зданий и сооружений до принятия стратегических решений, связанных с вопросами функционального зонирования территории города, реконструкцией промышленных узлов, формирования транспортной инфраструктуры города и пр

Список используемой литературы

Ваганов П.А., Ман-Сунг Им Экологический риск: Учебное пособие. - СПб: Изд-во С.-Петербургского Ун-та, 1999.

Исидоров В.А. Введение в химическую экотоксикологию. Учеб. пособие. – СПб: Химиздат, 1999.

Меньшиков В.В., Швыряев А.А. Опасные химические процессы и техногенный риск: Учебное пособие. –М.: Изд-во МГУ, 2003.

Мартынюк В.Ф., Прусенко Б.Е. Защита окружающей среды в чрезвычайных ситуациях. – М.:ФГУП Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2003.

Доброцеев О.В. Рассеяние тяжелых газов в атмосфере. Физический механизм. Математические модели. М.: РНЦ “Курчатовский институт”, 1993.

Едигаров А.С. Метод расчета зоны поражения при аварийных выбросах токсичного газа. – Российский химический журнал, 1995, т. 39, № 2, с.94-100.

Едигаров А.С. Численный анализ различных моделей турбулентного переноса в задаче диффузии тяжелого газа. – Инженерно-физический журнал, 1991, т.61, № 3, с.501-503.

Едигаров А.С. Численный расчет турбулентного течения холодного тяжелого газа в атмосфере. – Ж. вычисл. математики и мат. физики, 1991, т.31, №.9, с.1369-1380.

Детков С.П., Детков В.П., Астахов В.А. Охрана природы нефтегазовых районов.- М.: Недра, 1994.

10. Ley B., Bloxam R., Misra P. Atmospheric Model Development Unit Air Quality and Meteorology. – Section Air Resources Branch, 1986.

11. McNaughton D.J. Errors Inherent in Wind Inputs to Unlinked Source and Dispersion Models. – J. Air Waste Manage. Assoc., No. 7, p. 1018-1020.

12.Аверин Л.В., Кондрашков Ю.А., Щевяков Г.Г. Исследование процесса перемешивания на участке взаимодействия струи с поперечным сносящим потоком. –Инженерно-физический журнал. 1985. т.Х IX. № 5, с.751-756.

13.Бызова Н.Л., Гаргер Е.К., Иванов В.Н. Экспериментальные исследования атмосферной диффузии и расчеты рассеяния примеси. – Л.: Гидрометеоиздат, 1991.

14.Сафонов В.С., Одишария Г.Э., Швыряев А. А. Теория и практика анализа риска в газовой промышленности. - М.: «Олита», 1996.

15.Авалиани С.Л., Андрианова М.М., Печенникова Е.В., Пономарева О.В. Окружающая среда. Оценка риска для здоровья (мировой опыт). - М., 1996.

16.Меньшиков В.В., Швыряев А.А., Захарова Т.В. Анализ риска при систематическом загрязнении атмосферного воздуха опасными химическими веществами. Учебное пособие. – М.: Изд-во Химич. фак. Моск. ун-та, 2003.

17.Быков А.А. и др. Методические рекомендации по анализу и управлению риском воздействия на здоровье населения вредных показателей окружающей среды. – М.: Анкил, 1999.

18. Захарова Т.В., Меньшиков В.В. Проведение оценки риска для здоровья населения от загрязнения подземных и поверхностных вод в районах размещения отвалов промышленных отходов // Проблема оценки риска загрязнения поверхностных и подземных вод в структуре ТЭК. М.: ВНИИГАЗ, 2001, с.с.157-180.

19. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Региональные проблемы безопасности с учетом риска возникновения природных и техногенных катастроф. – М.: МГФ «Знание», 1999.

20. Швыряев А.А., Меньшиков В.В. Оценка риска от систематического загрязнения атмосферы в исследуемом регионе: Методические указания к задаче практикума. – М.: Изд-во Химич.фак. Моск. ун-та, 2002.

21. Волков Э.П. Контроль загазованности атмосферы выбросами ТЭС. - М.: Энергоиздат, 1986.

22. Внуков А.К. Защита атмосферы от выбросов энергообъектов. - М.: Энергоиздат, 1992.

23. Кузьмин И.И., Пантелеев В.А. Оценка риска от техногенных атмосферных выбросов и задача управления риском в регионе. //Сб.ВИНИТИ «Итоги науки и техники», сер. Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. - М., 1993. - № 4, с.38-44.

24. Оценка рисков для организмов человека, создаваемых химическими веществами: обоснование ориентировочных величин для установления предельно допустимых уровней экспозиции по показателям влияния на состояние здоровья. Гигиенические критерии качества окружающей среды 170. - МПХБ, ВОЗ, Женева, 1995.

25. ГОСТ Р 51897-2002. Менеджмент риска. Термины и определения: Издание официальное. – М.: Госстандарт России, 2002.

26. Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis. Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers. N.Y., 1989.

27. Кузьмин И.И., Махутов Н.А., Хетагуров С.В. Безопасность и риск: эколого-экономические аспекты. Спб.: Изд-во Санкт-Петербургского ун-та экономики и финансов. 1997.

28. Guidelines for Hazard Evaluation Procedures. 2nd Edition with Worked Examples. Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers. N.Y., 1992.

29. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Региональные проблемы безопасности с учетом риска возникновения природных катастроф. М.: МГФ «Знание», 1999.

30. Легасов В.А., Чайванов Б.Б., Черноплеков А.Н. Научные проблемы безопасности техносферы. // Безопасность труда в промышленности, 1988, №1, с.44-51

31. Гидаспов Б.В., Кузьмин И.И., Ласкин Б.Н., Азиев Р.Г. Научно-технический прогресс, безопасность и устойчивое развитие цивилизации. //

Ж.ВХО им Д.И. Менделеева. т. XXXV Химическая безопасность, 1990, с.с. 409-414.