

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

Факультет заочного и дистанционного обучения  
Кафедра «Безопасность жизнедеятельности»

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

По дисциплине «Экологическая безопасность»

Студент группы 9ПСб4а-1

В. В. Акименко

Преподаватель

Г. Е. Никифорова

## Содержание

Введение.....	3
1 Оценка риска канцерогенного эффекта... ..	5
1.1 Расчет канцерогенных рисков при поступлении веществ из воздушной среды.....	8
1.2 Расчет канцерогенных рисков при поступлении веществ из водной среды.....	11
1.3 Оценка канцерогенных рисков при поступлении химических веществ с пищевыми продуктами .....	15
1.4 Оценка канцерогенного риска от курения.....	18
2 Комплексная оценка канцерогенных рисков... ..	19
3 Разработка рекомендаций по снижению канцерогенных рисков... ..	21
Заключение... ..	23
Список использованных источников... ..	25

## Введение

*Риск для здоровья* – это вероятность развития угрозы жизни или здоровью человека либо угрозы жизни или здоровью будущих поколений, обусловленная воздействием факторов среды обитания. Под *факторами риска здоровью* понимаются факторы, провоцирующие или увеличивающие риск развития определенных заболеваний. Основные положения методологии оценки риска здоровью населения закреплены в руководстве Р 2.1.10.1920—04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» (утверждено главным государственным санитарным врачом РФ Г.Г. Онищенко 05.03.2004 г.) [1].

*Канцерогенный риск* - вероятность развития злокачественных новообразований на протяжении всей жизни человека, обусловленная воздействием потенциального канцерогена. Канцерогенный риск представляет собой верхнюю доверительную границу дополнительного пожизненного риска.

*Канцерогенный эффект* - возникновение новообразований при воздействии факторов окружающей среды.

Канцерогенез - многостадийный процесс, включающий три основные стадии: инициация (мутационные процессы в клетке), промоция (преобразование инициированных клеток в опухолевые) и прогрессия (приобретение клетками свойств злокачественности). Механизм канцерогенного действия может быть связан как с прямым повреждением генома (генотоксические канцерогены), так его опосредованным повреждением (эпигенетические канцерогены). Предполагается, что действие генотоксических канцерогенов не имеет порога канцерогенного действия. Негенотоксические канцерогены могут обладать порогом вредного действия, ниже которого канцерогенного риска не возникает.

Перечень канцерогенных веществ с отобранными в соответствии с международными рекомендациями факторами канцерогенного потенциала, классами канцерогенности по классификациям US EPA и МАИР, а также источниками информации содержится в Руководстве Р 2.1.10.1920-04.

В Российской Федерации действуют СанПиН 1.2.2353-08 "Канцерогенные факторы и основные требования к профилактике канцерогенной опасности". Их основной целью является определение перечня канцерогенных факторов для организации и проведения мероприятий по профилактике онкологической заболеваемости, а также для установления связи онкологического заболевания с производственной деятельностью или производственным воздействием.

Согласно же методологии оценки риска для здоровья населения, на этапе идентификации опасности в качестве потенциальных химических канцерогенов рассматриваются вещества, относящиеся к группам 1, 2А, 2В по классификации Международного агентства по изучению рака (МАИР). Информация о канцерогенной опасности факторов, включенных в настоящие санитарные правила, указывается в технической документации на производство и применение веществ и продуктов, санитарно-эпидемиологических заключениях на продукцию.

При использовании и утилизации канцерогенных веществ или продуктов принимаются меры по предотвращению загрязнения среды обитания человека и охране его здоровья.

В субъектах Российской Федерации с целью профилактики и снижения онкологической заболеваемости населения принимаются меры по разработке и реализации региональных профилактических программ.

## 1 Оценка риска канцерогенного эффекта

В основу оценки качества окружающей среды и производственной среды заложена пороговая концепция, которая утверждает: эффект воздействия появляется только при достижении определенной концентрации. Это и есть порог. Пороговое действие характерно для многих химических веществ - в малых количествах они могут быть даже полезными, но есть какой-то предел, после которого их воздействие непременно нанесет вред.

Среднегодовое содержание веществ, воздействующих на исследуемую группу рабочего населения представлена в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Среднегодовое содержание веществ в различных средах

№пп	Название вещества	ПДК <sub>сс</sub>	C <sub>факт</sub>	Кратность превышение
Поступающих через воздух, C <sub>i</sub> мг/м <sup>3</sup> (ГН 2.1.6.1338-03)				
1	Хром	0,0015	0,0003	0,2
2	Бенз/а/пирен	0,0001	3,2*10 <sup>-6</sup>	0,032
3	Формальдегид	0,01	0,0084	0,84
4	Свинец	0,0003	0,00047	1,56
Поступающих через питьевую воду, C <sub>пвi</sub> , мг/л (ГН 2.1.5.1315-03)				
5	Кадмий	0,001	0,0002	0,2
6	Свинец	0,01	0,00053	0,053
7	Бериллий	0,0002	0,000096	0,48
Поступающих через продукты питания, C <sub>прi</sub> , мг/кг (СанПиН 2.3.2.1078-01)				
8	Свинец	Данные по пищевым продуктам представлены в таблице 1.2		
9	Кадмий			
10	Мышьяк			

Таблица 1.2 – Среднегодовое содержание загрязняющих веществ в продуктах питания

Источник поступления вредных веществ	Вредные вещества, мг/кг		
	Свинец	Кадмий	Мышьяк
	Факт. уровень	Факт. уровень	Факт. уровень
Хлебопродукты	0,0269	-	-
Мясопродукты	0,0350	0,00184	0,00070
Молочные продукты	0,0135	-	0,00068
Рыбные продукты	0,0750	0,02900	0,00112
Алкоголь	0,0045	-	-
Овощи и бахчевые	0,0560	0,01400	0,00500

Таблица 1.3 - Размеры потребления пищевых продуктов на душу населения  
(Постановление Губернатора Хабаровского края № 55  
от 22 мая 2017 года)

Пищевые продукты	Г	Масса потребленного продукта в день m, кг/сутки		
		Взрослые	Подростки	Дети
Хлебопродукты	0,99	0,370	0,295	0,22
Мясопродукты	0,82	0,160	0,140	0,12
Молочные продукты	0,975	0,590	0,790	0,99
Рыбные продукты	0,55	0,090	0,085	0,08
Алкоголь	0,97	0,025	-	-
Овощи и бахчевые	0,253	0,320	0,320	0,32
Г- коэффициент пересчета на съедобную часть				

Сварка в производственных помещениях электродами ОЗЛ-22 сопровождается выбросами хрома. Фактическая концентрация хрома в производственной среде составляет 0,0009 мг/м<sup>3</sup>.

Среднесменная предельно-допустимая концентрация хрома в производственной среде ПДК<sub>пс</sub> = 0,02 мг/м<sup>3</sup> (по ГН 2.2.5. 1313-03 «ПДК в воздухе рабочей зоны»).

Количество выкуриваемых в сутки сигарет составляет 21 шт. Количество никотина в одной сигарете принимаем равным  $g = 0,5$  мг. К анализу принят риск, который сформировался к 70 годам.

Суточное количество никотина, поступающего в организм человека:

$$F^K = N * g, \quad (1.1)$$

где N - количество сигарет;

g - содержание никотина в одной сигарете, мг/сутки.

Характеристиками зависимости «доза – ответ», которые наиболее часто используются для оценки канцерогенного риска, а также рисков для здоровья при воздействии некоторых наиболее распространенных химических загрязнений, достаточно подробно изученных в эпидемиологических исследованиях, являются: величина наклона зависимости, отражающая возрастание вероятности развития вредной реакции при увеличении дозы (концентрации) на 1 мг/кг или 1 мг/куб. м; уровень воздействия, связанный с определенной вероятностью эффекта (показатели этой группы применяются для установления реперных, т.е. опорных доз и концентраций).

Таким образом, для химических канцерогенов необходимо установить наличие критериев для последующей оценки риска - факторов канцерогенного потенциала (SF). SF – фактор канцерогенного потенциала (или фактор наклона)  $(\text{мг}/(\text{кг}\cdot\text{сутки}))^{-1}$  - мера дополнительного индивидуального канцерогенного риска или степень увеличения вероятности развития рака при воздействии канцерогена. Определяется как тангенс угла наклона зависимости «доза-эффект» в нижней «линейной» части экспериментальной кривой. Факторы наклона канцерогенного потенциала разработаны в экспериментальных исследованиях на животных на основе использования линейной многоступенчатой модели и с учетом статистической экстраполяции с высоких доз, где наблюдаются эффекты в лабораторных условиях, на малые дозы, реально встречающиеся в объектах окружающей среды, при которых эффект в эксперименте не выявляется.

Фактор канцерогенного потенциала – табличная (справочная) величина, определяемая экспериментальным путем с последующим применением математических методов экстраполяции воздействия «высоких» доз на воздействие «низких» (приведена в приложении к руководству Р 2.1.10.1920-04).

Величина фактора канцерогенного потенциала (фактора наклона) конкретного канцерогена устанавливается для различных путей поступления.

Соблюдение действующих гигиенических нормативов не является основанием для исключения вещества из перечня анализируемых химических соединений, т.к. ряд гигиенических нормативов в атмосферном воздухе и в воде нуждаются в корректировке из-за высоких значений потенциального канцерогенного риска на уровне ПДК.

Международная методология оценки риска предполагает, что канцерогенные эффекты при воздействии химических канцерогенов, обладающих генотоксическим действием, могут возникать при любой дозе, вызывающей инициирование повреждений генетического материала.

При оценке канцерогенных рисков используют средние суточные дозы, усредненные с учетом ожидаемой средней продолжительности жизни человека (70 лет).

## 1.1 Расчет канцерогенных рисков при поступлении веществ из воздушной среды

Для расчётов принимается следующий сценарий: исследуемая группа проживает всю жизнь (70 лет) в зоне загрязнения 365 дней в году безвыездно от момента рождения. Возраст поступления на сварочное производство - 18 лет. Возраст выхода на пенсию - 50 лет. Число рабочих дней в году - 250. Длительность пребывания на производстве - 6 часов в сутки. Остальные факторы экспозиции - стандартные (таблица 1.4).

Таблица 1.4 - Стандартные значения факторов ингаляционной экспозиции

Скорость ингаляции, взрослый, общая характеристика	20 м <sup>3</sup> /день
Скорость ингаляции, взрослый, деятельность только внутри помещения	15 м <sup>3</sup> /день
Скорость ингаляции, ребенок, 6-<18	20 м <sup>3</sup> /день
Скорость ингаляции, ребенок, 0-<6	4 м <sup>3</sup> /день
Масса тела	
Масса тела, ребенок, 0-<6 лет	14-15 кг
Масса тела, ребенок, 0-<18 лет	42 кг
Масса тела, взрослый, 18 и более лет	70 кг

Для определения канцерогенного риска используем математическую модель по типу

«доза-эффект», которая позволяет смоделировать поведение человека в течение суток, года, интервала лет, в течение всей жизни. Риск определяется по формуле:

$$CR_i = SFI_i \cdot LADD_i$$

где  $CR_i$  - индивидуальный канцерогенный риск,

$SFI_i$  - фактор потенциала,

$LADD_i$  - средневзвешенная пожизненная доза.

Доза – это количество вещества в единицу времени на единицу веса.

Расчет риска проводится в соответствии с Руководством 1920 по стандартным факторам экспозиции. Хроническое действие рассматривается за 70 лет.

Факторы канцерогенного потенциала представлены в таблице 1.5.



Таблица 1.5 - Факторы канцерогенного потенциала, (мг/(кг x сут.)

Наименование вещества	Факторы канцерогенного потенциала SF	
	При пероральном поступлении SFO;	При ингаляционном поступлении SFI;
Бенз(а)пирен	7,3	3,9
Бериллий	4,3	8,4
Кадмий	0,38	6,3
Мышьяк	1,5	15
Свинец	0,047	0,042
Формальдегид	-	0,046
Хром	0,42	42

$$LAAD = \frac{\sum ADD_i \cdot T_i}{AT}$$

$$ADD_i = \frac{C \cdot V \cdot T \cdot EF \cdot ED}{365 \cdot BW \cdot AT}$$

где C – концентрация поступающего вредного вещества, мг/м<sup>3</sup>;

V – скорость поступления вредного вещества, м<sup>3</sup>/ч;

T – время поступления, сут.;

EF - частота воздействия, дней/год (принимается равной 365 дней/год);

ED - продолжительность воздействия, лет (принимается равной 70 лет);

BW – вес тела, кг;

AT - период осреднения экспозиции, лет (70 лет).

Воздушная среда содержит следующие канцерогены: бенз(а)пирен, формальдегид, хром и свинец (таблица 1.1).

Расчёт доз для всех веществ, кроме хрома, будет осуществляться для непродуцирующей среды по трём периодам жизни человека: от 0 до 6 лет; от 6 до 18 лет; от 18 до 70 лет.

Расчёт доз хрома имеет особый сценарий, так как помимо воздействия в окружающей среде, высокая концентрация этого канцерогена воздействует на исследуемую группу населения в производственных условиях.

Поэтому в расчёт добавится четвёртый временной интервал от 18 до 45 лет - период работы на вредном производстве.

Производственная среда. Хром

$$ADD_{18-50} = \frac{(0,005 \cdot 6 \cdot 12) \cdot 250 \cdot 32}{365 \cdot 70 \cdot 32} = 1,409$$

$$LADD_{xp} = \frac{1,409 \cdot 32}{70} = 0,644$$

$$CR_{xp} = 42 \cdot 0,644 = 27,053$$

Окружающая среда. Хром

$$ADD_{0-6} = \frac{0,0008 \cdot 24 \cdot 4 \cdot 365 \cdot 6}{15 \cdot 6 \cdot 365} = 0,00192$$

$$ADD_{6-18} = \frac{0,0008 \cdot 24 \cdot 20 \cdot 365 \cdot 12}{42 \cdot 12 \cdot 365} = 0,00343$$

$$ADD_{18-70} = \frac{0,0008 \cdot 24 \cdot 20 \cdot 365 \cdot 52}{70 \cdot 52 \cdot 365} = 0,00206$$

$$LADD_{xp} = \frac{0,00192 \cdot 6 + 0,00343 \cdot 12 + 0,00206 \cdot 52}{70} = 0,00228$$

$$CR_{xp} = 42 \cdot 0,00228 = 0,0958$$

Окружающая среда. Свинец

$$ADD_{0-6} = \frac{0,00042 \cdot 24 \cdot 4 \cdot 365 \cdot 6}{15 \cdot 6 \cdot 365} = 0,00301$$

$$ADD_{6-18} = \frac{0,00042 \cdot 24 \cdot 20 \cdot 365 \cdot 12}{42 \cdot 12 \cdot 365} = 0,00537$$

$$ADD_{18-70} = \frac{0,00042 \cdot 24 \cdot 20 \cdot 365 \cdot 52}{70 \cdot 52 \cdot 365} = 0,00322$$

$$LADD_{ce} = \frac{0,00301 \cdot 6 + 0,00537 \cdot 12 + 0,00322 \cdot 52}{70} = 0,00357$$

$$CR_{ce} = 0,042 \cdot 0,00357 = 0,00015$$

Окружающая среда. Бенз(а)пирен

$$ADD_{0-6} = \frac{4 \cdot 10^{-6} \cdot 24 \cdot 4 \cdot 365 \cdot 6}{15 \cdot 6 \cdot 365} = 0,205 \cdot 10^{-4}$$

$$ADD_{6-18} = \frac{4 \cdot 10^{-6} \cdot 24 \cdot 20 \cdot 365 \cdot 12}{42 \cdot 12 \cdot 365} = 0,365 \cdot 10^{-4}$$

$$ADD_{18-70} = \frac{4 \cdot 10^{-6} \cdot 24 \cdot 20 \cdot 365 \cdot 52}{70 \cdot 52 \cdot 365} = 0,219 \cdot 10^{-4}$$

$$LADD_{бенз} = \frac{(0,205 \cdot 6 + 0,365 \cdot 12 + 0,219 \cdot 52) \cdot 10^{-4}}{70} = 0,243 \cdot 10^{-4}$$

$$CR_{бенз} = 3,9 \cdot 0,243 \cdot 10^{-4} = 0,949 \cdot 10^{-4}$$

Окружающая среда. Формальдегид

$$ADD_{0-6} = \frac{0,0087 \cdot 24 \cdot 4 \cdot 365 \cdot 6}{15 \cdot 6 \cdot 365} = 0,05376$$

$$ADD_{6-18} = \frac{0,0087 \cdot 24 \cdot 20 \cdot 365 \cdot 12}{42 \cdot 12 \cdot 365} = 0,09600$$

$$ADD_{18-70} = \frac{0,0087 \cdot 24 \cdot 20 \cdot 365 \cdot 52}{70 \cdot 52 \cdot 365} = 0,05760$$

$$LADD_{фор} = \frac{(0,05376 \cdot 6 + 0,09600 \cdot 12 + 0,05760 \cdot 52)}{70} = 0,0638$$

$$CR_{фор} = 0,046 \cdot 0,0638 = 0,00294$$

Таблица 1.6 – Результаты расчётов канцерогенных рисков при поступлении веществ из воздушной среды

Вещество	Временной интервал	ADD, мг/(кг · день)	LADD, мг/(кг · день)	CR	SFI
Бенз(а)пирен	0 – 6	$0,205 \cdot 10^{-4}$	$0,243 \cdot 10^{-4}$	$0,949 \cdot 10^{-4}$	3,9
	6 – 18	$0,365 \cdot 10^{-4}$			
	18 – 70	$0,219 \cdot 10^{-4}$			
Формальдегид	0 – 6	0,05376	0,0638	$29,4 \cdot 10^{-4}$	0,046
	6 – 18	0,09600			
	18 – 70	0,05760			
Свинец	0 – 6	0,00301	0,00357	$1,5 \cdot 10^{-4}$	0,042
	6 – 18	0,00537			
	18 – 70	0,00322			
Хром	0 – 6	0,00192	0,00228	$958 \cdot 10^{-4}$	0,042
	6 – 18	0,00343			
	18 – 70	0,00206			

По трем веществам из четырех канцерогенные риски превышают предельно допустимое значение: по формальдегиду – в 29,4 раза, по свинцу – в 1,5 раз, по хрому – в 958 раз.

Таблица 1.7 – Вклады веществ в суммарный канцерогенный риск при их поступлении веществ из воздушной среды

Вещество	$\Sigma$ CR	Вклад, %
Бенз(а)пирен	0,099	0,11
Формальдегид		2,97
Свинец		0,15
Хром		96,77

Наибольший вклад в формирование риска вносит хром – 96,77 %.

Так как хром триоксид воздействует на группу населения, в производственной среде, рассчитаем вклад в формирование риска по этому веществу (таблица 1.8).

Таблица 1.8 – Вклад производственной среды по хром триоксиду при его поступлении из воздушной среды

Среда	CR	SFI	Вклад, %
Производственная среда	27,053	42	99,65
Среда вне производства	0,0958	42	0,35
$\Sigma$	27,1488		100

Таким образом, наибольший вклад в формирование канцерогенного риска по хром триоксиду вносит производственная среда – 99,65 %.

## 1.2 Расчет канцерогенных рисков при поступлении веществ из водной среды

При расчете будем рассматривать только пероральный путь поступления воды в организм человека, так как именно он вносит подавляющий вклад в формирование суточной дозы. В питьевой воде присутствуют такие канцерогены, как кадмий, свинец, бериллий (таблица 1.1).

Дозы для всех веществ рассчитываются по трём периодам жизни человека: от 0 до 6 лет; от 6 до 18 лет; от 18 до 70 лет.

Расчёт канцерогенного риска при пероральном поступлении химических веществ с питьевой водой имеет следующий вид:

$$CR = SF_0 \cdot LADD,$$

где  $SF_0$  - фактор канцерогенного потенциала при пероральном поступлении вещества, мг/(кг сут.);

LADD рассчитывается аналогично средневзвешенной дозе при поступлении веществ из воздушной среды.

Суточные дозы  $i$ -го вещества, поступающие в организм человека с питьевой водой определяются по формуле

$$ADD_i = \frac{C_w \cdot V \cdot EF \cdot ED}{365 \cdot BW \cdot AT}$$

где  $C_w$  – концентрация вещества в воде, мг/л;

$V$  – величина водопотребления, л/сут.;

EF - частота воздействия, дней/год (принимается равной 365 дней/год);

ED - продолжительность воздействия, лет (принимается равной 70 лет);

BW – вес тела, кг;

AT - период осреднения экспозиции, лет (70 лет).

Факторы экспозиции также берутся стандартные (таблица 1.9).

Таблица 1.9 – Значения факторов экспозиции при пероральном поступлении химических веществ с питьевой водой

Параметр	Стандартное значение
$C_w$	-
$V$	2 л/сут.; дети 1 л/сут.
EF	350 дн./год
ED	6 лет, 12 лет, 52 года
BW	15 кг; 42 кг, 70 кг
AT	6 лет, 12 лет, 52 года

### Кадмий

$$ADD_{0-6} = \frac{0,0002 \cdot 1 \cdot 350 \cdot 6}{15 \cdot 6 \cdot 365} = 1,278 \cdot 10^{-5}$$

$$ADD_{6-18} = \frac{0,0002 \cdot 2 \cdot 350 \cdot 12}{42 \cdot 12 \cdot 365} = 0,913 \cdot 10^{-5}$$

$$ADD_{18-70} = \frac{0,0002 \cdot 2 \cdot 350 \cdot 52}{70 \cdot 52 \cdot 365} = 0,548 \cdot 10^{-5}$$

$$LADD_{кад} = \frac{(1,278 \cdot 6 + 0,913 \cdot 12 + 0,548 \cdot 52) \cdot 10^{-5}}{70} = 0,673 \cdot 10^{-5}$$

$$CR_{кад} = 0,38 \cdot 0,673 \cdot 10^{-5} = 2,56 \cdot 10^{-6}$$

### Свинец

$$ADD_{0-6} = \frac{0,00053 \cdot 1 \cdot 350 \cdot 6}{15 \cdot 6 \cdot 365} = 3,38 \cdot 10^{-5}$$

$$ADD_{6-18} = \frac{0,00053 \cdot 2 \cdot 350 \cdot 12}{42 \cdot 12 \cdot 365} = 2,42 \cdot 10^{-5}$$

$$ADD_{18-70} = \frac{0,00053 \cdot 2 \cdot 350 \cdot 52}{70 \cdot 52 \cdot 365} = 1,45 \cdot 10^{-5}$$

$$LADD_{св} = \frac{(3,38 \cdot 6 + 2,42 \cdot 12 + 1,45 \cdot 52) \cdot 10^{-5}}{70} = 1,78 \cdot 10^{-5}$$

$$CR_{св} = 0,047 \cdot 1,78 \cdot 10^{-5} = 0,0838 \cdot 10^{-5}$$

### Бериллий

$$ADD_{0-6} = \frac{0,000096 \cdot 1 \cdot 350 \cdot 6}{15 \cdot 6 \cdot 365} = 0,614 \cdot 10^{-5}$$

$$ADD_{6-18} = \frac{0,000096 \cdot 2 \cdot 350 \cdot 12}{42 \cdot 12 \cdot 365} = 0,438 \cdot 10^{-5}$$

$$ADD_{18-70} = \frac{0,000096 \cdot 2 \cdot 350 \cdot 52}{70 \cdot 52 \cdot 365} = 0,263 \cdot 10^{-5}$$

$$LADD_{бер} = \frac{(0,614 \cdot 6 + 0,438 \cdot 12 + 0,263 \cdot 52) \cdot 10^{-5}}{70} = 3,323 \cdot 10^{-5}$$

$$CR_{бер} = 4,3 \cdot 3,323 \cdot 10^{-6} = 13,89 \cdot 10^{-5}$$

Таблица 1.10 – Результаты расчётов канцерогенных рисков при поступлении веществ с питьевой водой

Вещество	Временной интервал	ADD, мг/(кг · день)	LADD, мг/(кг · день)	CR	SFO
Кадмий	0 – 6	$1,278 \cdot 10^{-5}$	$0,673 \cdot 10^{-5}$	$2,56 \cdot 10^{-6}$	0,38
	6 – 18	$0,913 \cdot 10^{-5}$			
	18 – 70	$0,548 \cdot 10^{-5}$			

Продолжение таблицы 1.10

Вещество	Временной интервал	ADD, мг/(кг · день)	LADD, мг/(кг · день)	CR	SFO
Свинец	0 – 6	$3,38 \cdot 10^{-5}$	$1,78 \cdot 10^{-5}$	$0,084 \cdot 10^{-6}$	0,047
	6 – 18	$2,42 \cdot 10^{-5}$			
	18 – 70	$1,45 \cdot 10^{-5}$			
Бериллий	0 – 6	$0,614 \cdot 10^{-5}$	$3,323 \cdot 10^{-6}$	$13,89 \cdot 10^{-6}$	4,3
	6 – 18	$0,438 \cdot 10^{-5}$			
	18 – 70	$0,263 \cdot 10^{-5}$			

Таблица 1.11 – Вклады веществ в суммарный канцерогенный риск при их поступлении с питьевой водой

Вещество	$\sum$ CR	Вклад, %
Кадмий	$16,53 \cdot 10^{-6}$	15,48
Свинец		0,50
Бериллий		84,02

Канцерогенный риск при поступлении химических веществ с питьевой водой не превышает допустимый. Наибольший вклад в формирование риска вносит бериллий – 84,02 %.

### 1.3 Оценка канцерогенных рисков при поступлении химических веществ с пищевыми продуктами

В продуктах питания присутствуют следующие канцерогены: свинец, кадмий и мышьяк (таблица 1.2).

Сценарий расчёта канцерогенных рисков при поступлении химических веществ с пищевыми продуктами аналогичен сценарию по питьевой воде.

Канцерогенный риск при пероральном поступлении химических веществ с продуктами питания рассчитывается по формуле:

$$CR = SF_0 \cdot LADD,$$

где  $SF_0$  - фактор канцерогенного потенциала при пероральном поступлении вещества, мг/(кг сут.);

Средневзвешенная доза рассчитывается по формуле:

$$LAAD = \frac{\sum ADD_i \cdot ED}{70}$$

Суточная доза при поступлении химических веществ с пищевыми продуктами (при использовании бюджетных методов потребления) определяется по выражению:

$$AAD = \frac{(A_1 m_1 T_1 + A_2 m_2 T_2 + \dots + A_n m_n T_n) \cdot F}{BW}, \text{ мг/(кг}\cdot\text{день)}$$

Где  $A_1 \dots A_n$  – концентрации вещества в конкретных пищевых продуктах, мг/кг продукта

$m_1 \dots m_n$  - масса потребленного продукта в день, кг (таблица 1.3);

$T_1 \dots T_n$  - коэффициент пересчета на съедобную часть (таблица 1.3).

F - доля местных, потенциально загрязненных продуктов в суточном рационе, отн. ед.

Принимаем  $F = 1$ , так как нет информации, какой процент местных продуктов.

BW - масса тела, кг.

Таблица 1.12 - Расчет канцерогенного риска в продуктах питания для свинца

№	Продукты	T	C свинца	0-6 лет		6-8 лет		18-50 лет	
				$m_1$	$C*m*T$	$m_2$	$C*m*T$	$m_3$	$C*m*T$
1	Хлебопродукты	0,99	0,0269	0,22	0,0058588	0,295	0,00785615	0,37	0,0098535
2	Мясопродукты	0,82	0,0350	0,12	0,003444	0,14	0,004018	0,16	0,004592
3	Молочные продукты	0,975	0,0135	0,99	0,0130309	0,79	0,01039838	0,59	0,0077659
4	Рыбные продукты	0,55	0,0750	0,08	0,0033	0,085	0,00350625	0,09	0,0037125
5	Алкоголь	0,97	0,0045	-	-	-	-	0,025	0,0001091
6	Овощи и бахчевые	0,253	0,0560	0,32	0,0045338	0,32	0,00453376	0,32	0,0045338
				$D_1 = (\sum CmT)/BW_1 = 0,00201$		$D_2 = (\sum CmT)/BW_2 = 0,00072$		$D_3 = (\sum CmT)/BW_3 = 0,000437$	

$$CR_{PPI} = SFO_i * ((6/70) D_1 + (12/70) D_2 + (32/70) D_3) = SFO_i * (0,086 * D_1 + 0,17 * D_2 + 0,46 * D_3) = 0,047 * (0,086 * D_1 + 0,17 * D_2 + 0,46 * D_3) = 0,0000233$$



Таблица 1.13 - Расчет канцерогенного риска в продуктах питания для кадмия

№	Продукты	Т	С кадмия	0-6 лет		6-8 лет		18-50 лет	
				m <sub>1</sub>	C*m*T	m <sub>2</sub>	C*m*T	m <sub>3</sub>	C*m*T
1	Хлебопродукты	0,99	-	0,22	-	0,295	-	0,37	-
2	Мясопродукты	0,82	0,00184	0,12	0,00018106	0,14	0,00021123	0,16	0,0002414
3	Молочные продукты	0,975	-	0,99	-	0,79	-	0,59	-
4	Рыбные продукты	0,55	0,02900	0,08	0,001276	0,085	0,00135575	0,09	0,0014355
5	Алкоголь	0,97	-	-	-	-	-	0,025	-
6	Овощи и бахчевые	0,253	0,01400	0,32	-	0,295	-	0,37	-
				D <sub>1</sub> = (∑CmT)/BW <sub>1</sub> = 0,0001727		D <sub>2</sub> = (∑CmT)/BW <sub>2</sub> = 0,000064		D <sub>3</sub> = (∑CmT)/BW <sub>3</sub> = 0,000040	

$$CR_{\text{ПРi}} = SFO_i * ((6/70) D_i + (12/70) D_2 + (32/70) D_3) = SFO_i * (0,086 * D_1 + 0,17 * D_2 + 0,46 * D_3) = 0,038 * (0,086 * D_1 + 0,17 * D_2 + 0,46 * D_3) = 0,0000017$$

Таблица 1.14 - Расчет канцерогенного риска в продуктах питания для мышьяка

№	Продукты	Т	С мышьяка	0-6 лет		6-8 лет		18-50 лет	
				m <sub>1</sub>	C*m*T	m <sub>2</sub>	C*m*T	m <sub>3</sub>	C*m*T
1	Хлебопродукты	0,99	-	0,22	-	0,295	-	0,37	-
2	Мясопродукты	0,82	0,00070	0,12	0,00006888	0,14	0,00008036	0,16	0,000092
3	Молочные продукты	0,975	0,00068	0,99	0,00065637	0,79	0,00052377	0,59	0,000391
4	Рыбные продукты	0,55	0,00112	0,08	0,00004928	0,085	0,00005236	0,09	0,000055
				m <sub>1</sub>	C*m*T	m <sub>2</sub>	C*m*T	m <sub>3</sub>	C*m*T
5	Алкоголь	0,97	-	-	-	-	-	0,025	-
6	Овощи и бахчевые	0,253	0,00500	0,32	0,0004048	0,32	0,0004048	0,32	0,0004048
				D <sub>1</sub> = (∑CmT)/BW <sub>1</sub> = 0,000079		D <sub>2</sub> = (∑CmT)/BW <sub>2</sub> = 0,000025		D <sub>3</sub> = (∑CmT)/BW <sub>3</sub> = 0,000013	

$$CR_{\text{ПРi}} = SFO_i * ((6/70) D_i + (12/70) D_2 + (32/70) D_3) = SFO_i * (0,086 * D_1 + 0,17 * D_2 + 0,46 * D_3) = 1,5 * (0,086 * D_1 + 0,17 * D_2 + 0,46 * D_3) = 0,0000259$$

Таблица 1.15 - Риск от действия канцерогенов в продуктах питания CR<sub>ПРi</sub>

№	Вещество	CR <sub>ПРi</sub>	Вклад, %
1	Кадмий	0,0000017	3,36
2	Мышьяк	0,0000259	51,19
3	Свинец	0,000023	45,45
Суммарный риск CR <sub>ПР</sub> = ∑ CR <sub>ПРi</sub>		0,0000506	100

Таким образом, наибольший вклад в формирование канцерогенного риска вносит мышьяк – 51,19 %.

#### 1.4 Оценка канцерогенного риска от курения

Для расчета риска рака легкого CRK от активного курения используется формула:

$$CR = P_{t+i} * g,$$

где

$$P_{t+i} = P_t + (0,1255 * P_t + 0,00954 * F^k) * C,$$

где  $P_t$ ,  $P_{t+i}$  - вероятность рака легкого от активного курения в момент времени  $t$  и  $t+1$ , на 100 тысяч человек;

$g$  - коэффициент тяжести для расчета рака легкого от активного курения  $g = 0,87$ ;

$F^k$  - количество никотина, мг.  $F^k = 0,5 * N$ , где  $N$  - число сигарет; 0,5- содержание никотина в одной сигарете.

$C$  - шаг по времени. Примем  $C = 10$  лет.

Таблица 1.16 - Расчет риска рака легкого для  $F^k = 10,5$

Шаг по времени, лет	Вероятность $P_{t+1} = 2,255 P_t + 1,0017$	Риск $CR = P_{t+i} * g$ , на 100 тысяч человек
0	$P^0 = 10^{-6}$	$0,87 * 10^{-6}$
10	$P_{10} = 2,255 * 10^{-6} + 1,0017 = 1,001702$	0,871
20	$P_{20} = 2,255 * 1,001702 + 1,0017 = 3,23$	2,811
30	$P_{30} = 2,255 * 3,23 + 1,0017 = 8,19$	7,125
40	$P_{40} = 2,255 * 8,19 + 1,0017 = 19,22$	16,724
50	$P_{50} = 2,255 * 19,22 + 1,0017 = 43,77$	38,083
60	$P_{60} = 2,255 * 43,77 + 1,0017 = 98,40$	85,607
70	$P_{70} = 2,255 * 98,40 + 1,0017 = 219,94$	191,346

К учету берем величину, которая сложилась за 70 лет жизни и равна 191,346 на 100 тысяч человек, следовательно, индивидуальный риск будет равен  $191,346 * 10^{-5}$  или  $19,13 * 10^{-4}$ .

## 2 Комплексная оценка канцерогенных рисков

Комплексная оценка риска здоровью населения, обусловленного воздействием химических загрязнителей включает определение показателей канцерогенного риска от всех источников.

Для выполнения комплексной оценки все полученные результаты сведем в таблицу 2.1. Необходимо установить рейтинг веществ, сред, ФОЖ. Найти вклад в суммарный риск каждой из составляющих.

Таблица 2.1 - Сводная таблица для анализа канцерогенных рисков

№	Вещество	ПС	ОС		ФОЖ	Сумма	Вклад, %	
		Воздух ПС	Воздух ОС	Питьевая вода	Продукты питания			Курение
1	Бенз(а)пирен		$0,949 \cdot 10^{-4}$			$0,949 \cdot 10^{-4}$	0,00338 2	
2	Бериллий			$0,1389 \cdot 10^{-4}$		$0,1389 \cdot 10^{-4}$	0,00049 5	
3	Кадмий			$0,0256 \cdot 10^{-4}$	$0,017 \cdot 10^{-4}$		$0,0426 \cdot 10^{-4}$	0,00015 2
4	Мышьяк				$0,259 \cdot 10^{-4}$		$0,259 \cdot 10^{-4}$	0,00092 3
5	Свинец		$1,5 \cdot 10^{-4}$	$0,00084 \cdot 10^{-4}$	$0,233 \cdot 10^{-4}$		$1,7338 \cdot 10^{-4}$	0,00617 8
6	Формальдегид		$29,4 \cdot 10^{-4}$				$29,4 \cdot 10^{-4}$	0,10476 6
7	Хром	$27053 \cdot 10^{-4}$	$958 \cdot 10^{-4}$				$28011 \cdot 10^{-4}$	99,8159 48
8	Никотин					$19,13 \cdot 10^{-4}$	$19,13 \cdot 10^{-4}$	0,06816 9
ИТОГО		$27053 \cdot 10^{-4}$	$989,849 \cdot 10^{-4}$	$0,16534 \cdot 10^{-4}$	$0,509 \cdot 10^{-4}$	$19,13 \cdot 10^{-4}$	$28062,65 \cdot 10^{-4}$	100
Суммарный канцерогенный риск								

Суммарный канцерогенный риск по всем веществам превышает допустимую величину в 28062,65 раза.

Приоритетными веществами по степени канцерогенной опасности являются хром триоксид, формальдегид и никотин.

Приоритетной средой канцерогенного воздействия является воздух.

Для оценки полученных уровней риска необходимо сравнить полученный результат с приемлемой величиной риска. В качестве величины приемлемого пожизненного канцерогенного риска для условий населенных мест рекомендуется использовать величину  $10^{-5}$ . Уровень  $10^{-4}$  является сигнальным уровнем, свидетельствующим о существовании потенциальной опасности для здоровья человека.

Уровень  $10^{-3}$  требует экстренных мероприятий по снижению риска. Величина целевого риска принимается равной  $10^{-6}$ .

Ранжирование загрязняющих веществ представлено в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Ранжирование загрязняющих веществ по величине риска

Ранг	Вещество	ПС	ОС			ФОЖ	Сумма
		Воздух ПС	Воздух ОС	Питьевая вода	Продукты питания	Курение	
1	Хром	27053	958				28011
2	Формальдегид		29,4				29,4
3	Никотин					19,13	19,13
4	Свинец		1,5	0,00084	0,233		1,7338
5	Бенз(а)пирен		0,949				0,949
6	Мышьяк				0,259		0,259
7	Бериллий			0,1389			0,1389
8	Кадмий			0,0256	0,017		0,0426
ИТОГО		27053	989,849	0,16534	0,509	19,13	28062,7

Наибольшее канцерогенное воздействие оказывает хром через производственную среду. На втором и третьем месте – формальдегид и никотин соответственно. Формальдегид воздействует через воздушную среду, а никотин через курение. Говорить здесь об уровне опасности мы не можем, так как достаточно высок уровень неопределенности. Полученные результаты следует воспринимать только как ранг проблем, который позволяет установить приоритеты мероприятий.

### **3 Разработка рекомендаций по снижению канцерогенных рисков**

В рамках мероприятий социально-гигиенического мониторинга с целью обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия в канцерогеноопасных организациях проводится санитарно-гигиеническая паспортизация, по результатам которой формируется база данных о канцерогеноопасных организациях. Материалы санитарно-гигиенической паспортизации учитываются при санитарно-эпидемиологической экспертизе видов деятельности, работ и услуг, осуществляемых в таких организациях.

Лица, поступающие на работу, а также работники организации, которые могут подвергнуться воздействию производственного химического фактора, информируются об опасности такого воздействия и мерах профилактики, а также обеспечиваются средствами индивидуальной и коллективной защиты и санитарно-бытовыми помещениями в соответствии с требованиями действующего законодательства.

Работники, принятые на работу, связанную с воздействием вредных химических факторов, подлежат предварительным (при поступлении на работу) и обязательным периодическим профилактическим медицинским осмотрам в установленном порядке.

При использовании и утилизации канцерогенных веществ или продуктов принимаются меры по предотвращению загрязнения среды обитания человека и охране его здоровья.

В субъектах Российской Федерации с целью профилактики и снижения онкологической заболеваемости населения принимаются меры по разработке и реализации региональных профилактических программ.

При принятии решений по управлению риском здоровью органам исполнительной власти рекомендуется осуществлять периодический или постоянный мониторинг экспозиций и рисков.

Мониторинг экспозиций и рисков, основанный на результатах оценки риска для здоровья, является эффективным способом проведения социально-гигиенического мониторинга (выбор точек контроля, контролируемых химических веществ, установления достаточной периодичности отбора проб и др.). С этой целью могут использоваться не только измерения концентраций многочисленных химических веществ, определяющих риски для здоровья населения на данной территории, но и прямые (непосредственно связанные с оцениваемыми рисками для здоровья) или косвенные (очень хорошо коррелирующие с прямыми) индикаторы качества среды обитания человека, достаточно хорошо отражающие совокупную химическую нагрузку на экспонируемое население. Применение индикаторов допустимо в случае предварительной углубленной оценки рисков на данной территории либо при наличии очень большого сходства в источниках загрязнения окружающей среды на этой территории и в ранее подробно исследованном районе.

Так же исполнительные органы РФ должны осуществлять контроль за качеством продуктов питания, содержанием в них тяжёлых металлов.

Сегодня методы контроля качества продуктов питания могут провести специализированные компании, занимающиеся внедрением систем менеджмента и обучением персонала. Данные компании применяют методы контроля качества абсолютно на всех стадиях производства: начинают с проверки качества сырья и материалов и заканчивают контролем соответствия готовых продуктов техническим параметрам.

Проверка в пределах предприятий осуществляется центральными службами обеспечения качества. К их функциям относят: разработку показателей качества по каждому отдельному виду продуктов питания; принятые методы управления качеством, а также порядок проведения всех испытаний; определение причин появления брака, а также мер для его устранения.

## Заключение

В результате проделанной работы дана оценка качеству окружающей и производственной среды для исследуемой группы работающего населения.

Установлены связи по типу «доза-эффект» по методологии руководства Р.2.1.10.1920-04 и дана оценка канцерогенному риску с учетом действия веществ в воздухе города и предприятия, в питьевой воде, в продуктах питания, при курении.

Исследуемой группой населения являются мужчины, проживающие всю жизнь (70 лет) в зоне загрязнения 365 дней в году безвыездно от момента рождения.

Возраст поступления на сварочное производство - 18 лет. Возраст выхода на пенсию - 50 лет (вредное производство). Число рабочих дней в году - 250. Длительность пребывания на производстве - 6 часов в сутки.

Во втором разделе работы оценивались канцерогенные риски. Оценка с учетом воздействия веществ в воздухе города и предприятия показала, что По трем веществам из четырех канцерогенные риски превышают предельно допустимое значение: по формальдегиду – в 29,4 раза, по свинцу – в 1,5 раз, по хрому – в 958 раз. Наибольший вклад в формирование риска вносит хром – 96,77 %. Причем, наибольший вклад в формирование канцерогенного риска по хром триоксиду вносит производственная среда – 99,65 %..

Оценка с учетом воздействия веществ в питьевой воде показала, что канцерогенный риск при поступлении химических веществ с питьевой водой города не превышает допустимый. Наибольший вклад в формирование риска вносит бериллий – 84,02 %.

Оценка с учетом воздействия веществ в продуктах питания показала, что наибольший вклад в формирование канцерогенного риска вносит мышьяк – 51,19 %.

Оценка с учетом курения показала, что индивидуальный риск будет равен  $191,346 * 10^{-5}$  или  $19,13 * 10^{-4}$ .

Наибольший вклад в формирование риска вносит бериллий – 84,02 %.

Оценка с учетом воздействия веществ в продуктах питания показала, что наибольший вклад в формирование канцерогенного риска вносит мышьяк – 51,19 %.

Оценка с учетом курения показала, что индивидуальный риск будет равен  $191,346 * 10^{-5}$  или  $19,13 * 10^{-4}$ .

Комплексная оценка канцерогенных рисков показала, что суммарный канцерогенный риск по всем веществам превышает допустимую величину в 28062,65 раза.

Приоритетными веществами по степени канцерогенной опасности являются хром триоксид, формальдегид и никотин.

Приоритетной средой канцерогенного воздействия является воздух.

Наибольшее канцерогенное воздействие оказывает хром через производственную среду. На втором и третьем месте – формальдегид и никотин соответственно. Формальдегид воздействует через воздушную среду, а никотин через курение. Говорить здесь об уровне опасности мы не можем, так как достаточно высок уровень неопределенности. Полученные результаты следует воспринимать только как ранг проблем, который позволяет установить приоритеты мероприятий.

В третьем разделе работы был предложен комплекс мероприятий по снижению канцерогенных рисков, как на уровне предприятия, так и на региональном уровне.



## Список использованных источников

- 1 Р.2.1.10.1920-04 Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду
- 2 ГН 2.1.6.1338-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест
- 3 ГН 2.1.6.1339-03 Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест
- 4 ГН 2.1.5.1315-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурнобытового водопользования
- 5 ГН 2.1.5.1316-03 Ориентировочные допустимые уровни (ОДУ) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования
- 6 ГН 2.3.3.972-00 Предельно допустимые количества химических веществ, выделяющихся из материалов, контактирующих с пищевыми продуктами
- 7 ГН 1.1.725-98 Перечень веществ, продуктов, производственных процессов, бытовых и природных факторов, канцерогенных для человека.
- 8 ГН 1.2.1841-04 Перечень веществ, продуктов, производственных процессов, бытовых и природных факторов, канцерогенных для человека. Дополнения и изменения к ГН 1.1.725-98
- 9 СанПиН 2.3.2.1078-01 Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов.
- 10 Информационно-методическое письмо «О внедрении методологии оценки риска здоровью в России» № 1100/3505-2-111 от 22.11.02.
- 11 Информационное письмо «О возможности использования методологии оценки риска здоровью в деятельности Госсанэпидслужбы РФ» № 23ФЦ/2611 от 23.07.98.