

Афанасьева И. В., Анисимов В. В.
I. V. Afanaseva, V. V. Anisimov

**ОЦЕНКА КАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА ДЛЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ГРУПП
ООО «РН-КОМСОМОЛЬСКОГО НПЗ»**

**CARCINOMA RISK ASSESSMENT FOR GROUPS OF WORKERS AT KOMSOMOLSKY
OIL REFINERY PLANT**



Афанасьева Ирина Викторовна – аспирант кафедры «Безопасность жизнедеятельности» Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета (Россия, Комсомольск-на-Амуре); 681013, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27; 8-909-845-38-95. E-mail: bgd4@mail.ru.

Ms. Irina V. Afanaseva – PhD candidate, Department of Health and Komsomolsk-on-Amur State Technical University (Russia, Komsomolsk-on-Amur); 681013, city of Komsomolsk-on-Amur, 27 Lenin avenue; 8-909-845-38-95. E-mail: bgd4@mail.ru.



Анисимов Виктор Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности» Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета (Россия, Комсомольск-на-Амуре); 681013, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27; 8-909-860-17-36. E-mail: viktor_anisimov@mail.ru.

Mr. Viktor V. Anisimov – PhD in Engineering, Associate Professor at the Department of Health and Safety, Komsomolsk-on-Amur State Technical University (Russia, Komsomolsk-on-Amur); 681013, city of Komsomolsk-on-Amur, 27 Lenin avenue; 8-909-860-17-36. E-mail: viktor_anisimov@mail.ru.

Аннотация. В статье рассмотрена процедура оценки канцерогенного риска для здоровья работников Комсомольского нефтеперерабатывающего завода; представлены три варианта сценариев поступления канцерогенных веществ в организм работников; рассчитаны значения суточных доз и канцерогенных рисков; на основе расчетных данных выделены профессиональные группы.

Summary. The paper considers a procedure for carcinoma risk assessment for workers' health at the Komsomolsk Oil Refinery Plant: three scenarios for oncogenic substances' entrance into human organism are offered; daily intake and oncorisks are estimated; groups of workers are identified on the basis of rated data.

Ключевые слова: оценка риска, канцерогенное вещество, среда, суточная доза, канцерогенный риск, персонал, профессиональная группа.

Key words: risk assessment, oncogenic substance, environment, daily intake, oncorisk, personnel, group of personnel.

УДК 613.630

Введение

Объект исследования – ООО «РН-Комсомольский НПЗ», крупный развивающийся нефтеперерабатывающий завод, является ведущим предприятием компании «РОСНЕФТЬ» и включает в себя 14 цехов с численностью персонала 1348 человек (из них 293 женщины или 22 % персонала завода и 1055 мужчин или 78 % персонала).

Целью данной статьи является оценка канцерогенного риска для профессиональных групп нефтеперерабатывающего завода.

Воздействию химических веществ на территории предприятия подвержены все работники: как персонал основного производства, так и вспомогательных цехов и подразделений, чья работа связана с кратковременным посещением технологических цехов.

Химические вещества могут поступать в организм работников несколькими путями: с вдыхаемым воздухом, через кожные покровы, с продуктами питания и питьевой водой. Для рассматриваемой нами группы, персонала завода, учтен только один путь поступления – ингаляционный. Предполагается, что значительное количество вредных веществ поступает в организм вследствие вдыхания загрязненного воздуха, а их количество зависит от того, какая среда окружает человека, т.е. от концентраций веществ в воздухе.

Среда обитания каждого сотрудника НПЗ была условно поделена на три подсреды: производственно-технологическую, производственную и городскую. Основным критерий деления – концентрация веществ в этих средах.

Производственно-технологическая среда является максимально загрязненной – это территории технологических цехов и установок. Производственная среда – менее загрязненная среда внутри и вне административных зданий, а также на территории завода. Городская среда, в свою очередь, представляет собой совмещение бытовой и окружающей сред на территории г. Комсомольска-на-Амуре.

Такое деление на среды сделано с целью уточнения доз, поступающих в организм веществ и соответственно более точной оценки риска для здоровья работников. Стоит отметить, что существующая система оценки условий труда по классам не позволяет проводить подобных оценок.

Подобные исследования ранее на Комсомольском НПЗ не проводились.

Методика проведения исследования

Исследование проведено в соответствии с требованиями Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду».

По данным городских постов наблюдений, аттестации рабочих мест по условиям труда [2] и проекта предельно-допустимых выбросов КНПЗ [3], из 66 веществ, присутствующих в воздушной среде рассматриваемых площадок, девять были отобраны как канцерогенные (относящиеся к группам 1, 2А и 2В по классификации МАИР): это три вещества с доказанным канцерогенным действием (хром шестивалентный, бензол, сажа) и шесть веществ с вероятно канцерогенным действием двух видов (бензо(а)пирен, формальдегид, свинец, трихлорэтилен, бензин, углерод черный).

Расчеты поступления веществ и оценки риска были проведены по трем сценариям. Сценарий № 1 предполагал рассмотрение только производственно-технологической среды, в его основе были заложены данные о концентрациях веществ из аттестации рабочих мест по условиям труда [2], предварительно осредненные для 8-часового рабочего дня.

В сценарии № 2 также рассматривается среда завода, но теперь она условно поделена на два временных промежутка: это время нахождения в производственно-технологической среде и время нахождения в других условиях. Под «другими условиями» следует понимать нахождение в кабинетах, на открытом воздухе и т.д. – в производственной среде, где в ходе аттестации рабочих мест замеры не проводились, поэтому сведения о концентрациях канцерогенных веществ в этих зонах были выбраны по результатам рассеивания проекта предельно-допустимых выбросов предприятия [3].

Вариант расчета № 2 создан для уточнения количества канцерогенных веществ, поступающих в организм работников за все время нахождения на территории завода.

Сценарий № 3 является, в свою очередь, уточнением ранее рассмотренного сценария № 2 и учитывает не только те дозы, которые получает персонал на территории завода, но и те, которые он получает в городской среде. Причем было сделано допущение, что городская среда для каждого работника приблизительно одна и та же. Это связано, прежде всего, с не-



достатком данных и невозможностью зонирования территории города по уровню загрязнения. Поэтому данные о концентрациях с городских постов наблюдения были усреднены.

Результаты исследования

Для оценки канцерогенных рисков использованы средние суточные дозы, усредненные с учетом ожидаемой средней продолжительности жизни человека в 70 лет. По данным формулам рассчитаны доза каждого вещества и соответствующий канцерогенный риск:

$$LADD = [C \cdot IR \cdot ED \cdot EF] / [BW \cdot AT \cdot 365], \quad (1)$$

$$CR = LADD \cdot SF, \quad (2)$$

где LADD – средняя суточная доза вещества, мг/(кг·день); C – концентрация вещества в загрязненной среде, мг/м³; IR – скорость поступления воздействующей среды (в данном случае воздуха), м³/день; ED – продолжительность воздействия, лет; EF – частота воздействия, дней/год; BW – масса тела человека, кг; AT – период усреднения экспозиции, лет; 365 – число дней в году; CR – индивидуальный канцерогенный риск; SF – фактор наклона, (кг·день)/мг.

Скорости экспозиции приняты как: IR = 0,018 м³/(кг·ч) – при активной деятельности для производственных сред и IR = 0,006 м³/(кг·ч) во время отдыха при нахождении в городской среде. Продолжительность воздействия (ED) условно принята за один год. Частота экспозиции для производственной среды – 250 дней в году, для городской – 350. Масса тела человека (BW) согласно рекомендациям ВОЗ принята равной 70 кг. Период усреднения (AT) для канцерогенных веществ составляет 70 лет. Значения факторов наклона (SF) для ингаляционного воздействия по каждому канцерогену выбраны по справочной таблице 2.4 Приложения № 2 Р 2.1.10.1920-04 [4].

Суммарный канцерогенный риск рассчитан по формуле

$$CR = \sum CR_j, \quad (3)$$

где CR_j – канцерогенный риск для j-го канцерогенного вещества.

В табл. 1-3 в качестве примера приведены результаты расчетов доз и рисков для рабочего места машиниста технологических насосов 4-го разряда блока изомеризации цеха № 1 (PM 30-1) по каждому из трех сценариев.

Индексы 1, 2 и 3 отвечают за принадлежность показателей к производственно-технологической, производственной и городской средам соответственно.

Такие канцерогены, как углерод черный, сажа и свинец, в расчетах по данному рабочему месту не участвуют по причине отсутствия данных об их концентрациях в рассматриваемых средах.

Таблица 1

Пример расчета CR по сценарию № 1

Показатели		Канцерогенные вещества		
		Бензин	Трихлорэтилен	Бензол
C, мг/м ³	C1	118,910	11	0,100
t, ч	t1	7,2	0,8	7,2
LADD, мг/ (кг·день)	LADD1	4,524·10 ⁻²	5,166·10 ⁻⁵	3,804·10 ⁻⁵
	ΣLADD	4,524·10 ⁻²	5,166·10 ⁻⁵	3,804·10 ⁻⁵
CR _j		1,583·10 ⁻³	3,255·10 ⁻⁷	1,027·10 ⁻⁶
CR		1,585·10 ⁻³		

Таблица 2

Пример расчета CR по сценарию № 2

Показатели		Канцерогенные вещества				
		Бензин	Бензол	Хром (VI)	Трихлорэтилен	Бензо(а)пирен
C, мг/м ³	C1	118,910	0,100	0	11	0
	C2	0,050	0,150	$1,845 \cdot 10^{-5}$	0	$6,000 \cdot 10^{-10}$
t, ч	t1	7,2	7,2	0	0,8	0
	t2	0,8	0,8	8	7,2	8
LADD, мг/ (кг·день)	LADD1	$4,524 \cdot 10^{-2}$	$3,804 \cdot 10^{-5}$	0	$5,166 \cdot 10^{-5}$	0
	LADD2	$2,348 \cdot 10^{-7}$	$7,045 \cdot 10^{-7}$	$8,665 \cdot 10^{-9}$	0	$2,818 \cdot 10^{-13}$
	Σ LADD	$4,524 \cdot 10^{-2}$	$3,875 \cdot 10^{-5}$	$8,665 \cdot 10^{-9}$	$5,166 \cdot 10^{-5}$	$2,818 \cdot 10^{-13}$
CRj		$1,583 \cdot 10^{-3}$	$1,046 \cdot 10^{-6}$	$3,639 \cdot 10^{-7}$	$3,255 \cdot 10^{-7}$	$1,099 \cdot 10^{-12}$
CR		$1,585 \cdot 10^{-3}$				

Таблица 3

Пример расчета CR по сценарию № 3

Показатели		Канцерогенные вещества					
		Бензин	Формальдегид	Хром (VI)	Бензол	Трихлорэтилен	Бензо(а)пирен
C, мг/м ³	C1	118,910	0	0	0,100	11	0
	C2	0,050	0	$1,845 \cdot 10^{-5}$	0,150	0	$6,000 \cdot 10^{-10}$
	C3	0	$1,189 \cdot 10^{-2}$	$2,630 \cdot 10^{-4}$	0	0	$2,910 \cdot 10^{-6}$
t, ч	t1	7,2	0	0	7,2	0,8	0
	t2	0,8	8	8	0,8	7,2	8
	t3	16	16	16	16	16	16
LADD, мг/ (кг·день)	LADD1	$4,524 \cdot 10^{-2}$	0	0	$3,804 \cdot 10^{-5}$	$5,166 \cdot 10^{-5}$	0
	LADD2	$2,348 \cdot 10^{-7}$	0	$8,665 \cdot 10^{-9}$	$7,045 \cdot 10^{-7}$	0	$2,818 \cdot 10^{-13}$
	LADD3	0	$7,445 \cdot 10^{-6}$	$1,647 \cdot 10^{-7}$	0	0	$1,822 \cdot 10^{-9}$
	Σ LADD	$4,524 \cdot 10^{-2}$	$7,445 \cdot 10^{-6}$	$1,734 \cdot 10^{-7}$	$3,875 \cdot 10^{-5}$	$5,166 \cdot 10^{-5}$	$1,823 \cdot 10^{-9}$
CRj		$1,583 \cdot 10^{-3}$	$2,903 \cdot 10^{-5}$	$7,281 \cdot 10^{-6}$	$1,046 \cdot 10^{-6}$	$3,255 \cdot 10^{-7}$	$7,108 \cdot 10^{-9}$
CR		$1,693 \cdot 10^{-3}$					

В качестве примера на рис. 1 представлено процентное соотношение вкладов веществ в итоговое значение CR по сценарию № 3.

Результаты расчетов показали, что суммарный риск повреждения здоровья для машиниста технологических насосов 4-го разряда блока изомеризации при стаже работы всего один год превышает $1 \cdot 10^{-3}$ при любом сценарии. Такой уровень риска считается неприемлемым для профессиональных групп.

Максимальный вклад в каждом случае вносит бензин, значение риска по которому также является неприемлемым. По остальным веществам расчетные значения рисков намного ниже и не попадают в область неприемлемых значений.

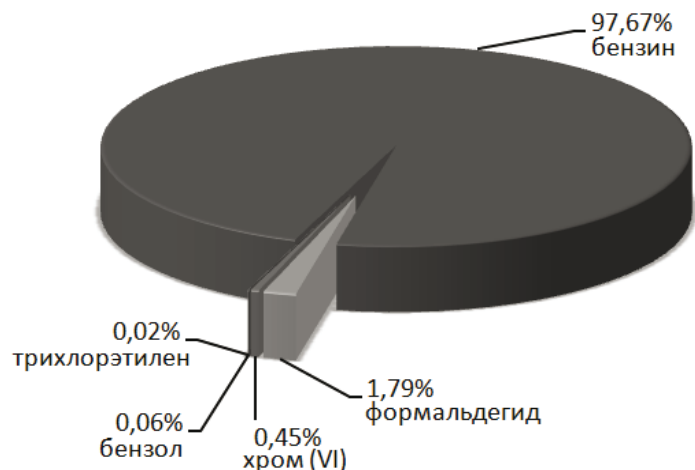


Рис. 1. Вклады в итоговое значение риска (сценарий № 3)

Сравнивая сценарии расчетов, можно сделать вывод, что первые два сценария дают приблизительно одинаковые результаты, но сценарий № 2 учитывает большее количество веществ и, следовательно, дает наиболее полное представление о дозах веществ, поступающих в организм работников за рабочую смену.

Второй сценарий, в отличие от сценария № 3, не учитывает те дозы веществ, которые люди получают в городской среде. Поэтому сценарий № 3 представляется наиболее адекватным, так как позволяет учесть влияние различных по своим характеристикам сред, в которых находится персонал предприятия в течение дня.

Исходя из полученных данных третьего варианта расчетов, внутри каждого цеха были отобраны рабочие места с приблизительно одинаковыми значениями риска. На основе некоторых выборок были сформированы отдельные профессиональные группы, остальные были объединены на уровне цехов или объединены с другими цехами в более крупные группы.

В табл. 4 представлены результаты расчетов канцерогенных рисков (их усредненные значения) по выделенным 20 профессиональным группам согласно сценарию № 3. Код каждой группы содержит цифру, определяющую принадлежность к определенному цеху. Буквенной аббревиатурой обозначены внутрицеховые подразделения или технологические установки.

Таким образом, в ходе исследования было выявлено, что максимальному риску повреждения здоровья от воздействия канцерогенных веществ и, значит, максимальному риску возникновения онкологических заболеваний подвергаются персонал установки изомеризации, каталитического риформинга (цех № 1), персонал цеха № 3 и отдельная профессиональная группа заводской лаборатории (цех № 5).

С учетом того, что расчеты проводились для стажа работы в один год, две группы людей оказались в области неприемлемого риска – G(И-1) и G(XA-5), что свидетельствует о недостаточности мер, принимаемых для обеспечения безопасности этих групп. Наличие канцерогенных веществ в воздухе рабочей зоны, в первую очередь, свидетельствует о несовершенстве технологического процесса, начиная с работы вентиляции и заканчивая самой технологией.

Обсуждение результатов

В качестве основных источников неопределенности этапа идентификации опасности можно выделить:

- неполные сведения о веществах, присутствующих в рабочей зоне, которые не были учтены и замерены при аттестации рабочих мест по условиям труда;

Афанасьева И. В., Анисимов В. В.

ОЦЕНКА КАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА ДЛЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ГРУПП

ООО «РН-КОМСОМОЛЬСКОГО НПЗ»

- отсутствие данных о потребляемых продуктах питания, на кожном воздействии и, следовательно, невозможность комплексного рассмотрения всех путей поступления веществ в организм человека;

- использование в расчетах одинакового времени воздействия в один год из-за отсутствия точных данных о периоде взросления и стаже работы отдельно взятого сотрудника предприятия.

Таблица 4

Результаты расчета CR_{cp} по профгруппам

№ п/п	Код группы	Описание группы	CR_{cp}
1	G(И-1)	Персонал установки изомеризации цеха № 1	$1,434 \cdot 10^{-3}$
2	G(XA-5)	Персонал химического анализа цеха № 5	$1,065 \cdot 10^{-3}$
3	G(УКР-1)	Персонал установки УКР цеха № 1	$1,595 \cdot 10^{-4}$
4	G(3)	Персонал цеха № 3	$1,015 \cdot 10^{-4}$
5	G(4)	Персонал цеха № 4	$8,145 \cdot 10^{-5}$
6	G(P-1)	Персонал ремонтной группы цеха № 1	$7,060 \cdot 10^{-5}$
7	G(15)	Персонал цеха № 15	$5,087 \cdot 10^{-5}$
8	G(ЛЭБ-5)	Персонал лаборатории экологич. безопасности цеха № 5	$5,047 \cdot 10^{-5}$
9	G(8)	Персонал цеха № 8	$4,977 \cdot 10^{-5}$
10	G(9)	Персонал цеха № 9	$4,967 \cdot 10^{-5}$
11	G(Y-5)	Управление цеха № 5	$4,766 \cdot 10^{-5}$
12	G(Y-1)	Управление цеха № 1	$4,689 \cdot 10^{-5}$
13	G(ГСО-14)	Персонал газоспасательного отряда цеха № 14	$4,658 \cdot 10^{-5}$
14	G(11)	Персонал цеха № 11	$4,549 \cdot 10^{-5}$
15	G(12)	Персонал цеха № 12	$3,687 \cdot 10^{-5}$
16	G(АВТ-1,А)	Персонал установок ЭЛОУ-АВТ-2,3 цеха № 1, азотно-воздушной станции	$3,632 \cdot 10^{-5}$
17	G(7)	Персонал цеха № 7	$3,613 \cdot 10^{-5}$
18	G(ЗП-14)	Персонал здравпункта цеха № 14	$3,603 \cdot 10^{-5}$
19	G(2,6,22,33,46)	Персонал цехов № 2, 6, 22, 33, 46	$3,596 \cdot 10^{-5}$
20	G(УТЦ-14)	Персонал учебно-тренировочного центра цеха № 14	$3,370 \cdot 10^{-5}$

ЛИТЕРАТУРА

1. Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду».
2. Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда».
3. ГН 1.1.725-98 «Перечень веществ, продуктов, производственных процессов, бытовых и природных факторов, канцерогенных для человека».
4. Проект аттестации рабочих мест по условиям труда в ООО «РН-Комсомольский НПЗ», 2009 г. В 46 т.
5. Проект предельно-допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух ООО «РН-Комсомольского НПЗ», 2009 г. В 2 т.