

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

**ОЦЕНКА НЕКАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ ПЕРСОНАЛА
ООО «РН-КОМСОМОЛЬСКОГО НПЗ»**

**NON-CARCINOGENIC RISK WEIGHTING FOR WORKERS' HEALTH AT
THE KOMSOMOLSK-ON-AMUR OIL REFINERY PLANT**



Афанасьева Ирина Викторовна – аспирант кафедры «Безопасность жизнедеятельности» ФГБОУ ВПО «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет» (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. Afanasyeva – PhD candidate at the Department of Health&Safety Studies, Komsomolsk-on-Amur State Technical University (Russia, Komsomolsk-on-Amur); 681013, 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» ФГБОУ ВПО «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет» (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, Assistant Professor at Department of Health&Safety Studies, Komsomolsk-on-Amur State Technical University (Russia, Komsomolsk-on-Amur); 681013, Komsomolsk-on-Amur, 27 Lenin avenue; 8-909-860-17-36. E-mail: viktor_anisimov@mail.ru.

Аннотация. В статье рассмотрена процедура оценки неканцерогенного риска для здоровья работников Комсомольского нефтеперерабатывающего завода: представлено три варианта сценария поступления неканцерогенных веществ в организм работников; рассчитаны значения коэффициентов опасности; на основе расчетных данных выделены профессиональные группы; разработаны частные модели «доза – эффект».

Summary. The paper considers the procedure of non-carcinogenic risk weighting for workers' health at the Komsomolsk-on-Amur Oil Refinery Plant: three versions of the scenario for non-carcinogenic substance penetration into the workers' organisms are proposed; danger coefficient values are estimated; professional groups are identified on the basis of rated data; particular models of the «dose – effect» type are created.

Ключевые слова: оценка риска, неканцерогенное вещество, среда, коэффициент опасности, неканцерогенный риск, персонал, профессиональная группа, заболеваемость, частная модель.

Key-words: risk weighting, non-carcinogenic substance, environment, danger coefficient, non-carcinogenic risk, personnel, professional group, morbidity, particular models.

УДК 613.630

Введение

Здоровье человека находится в прямой зависимости от состояния окружающей его среды, изменения среды обитания влекут за собой рост экологически обусловленного изменения здоровья населения. В исследованиях, проведенных во многих регионах России, были установлены прямые и средние по силе связи между среднегодовыми концентрациями веществ в атмосферном воздухе и заболеваемостью (смертностью) населения. Значения некан-

церогенных рисков в несколько раз превышены в основном для взвешенных веществ, диоксида азота.

Первичная заболеваемость населения г. Комсомольска-на-Амуре по всем классам болезней превышает средние показатели по стране на 20 – 30 % и имеет тенденцию к повышению (см. рис. 1 – 3). Лидирующую позицию среди нозологических форм в городе занимают болезни органов дыхания (29 %), что может объясняться как воздействием климатического фактора, так и химического [4].

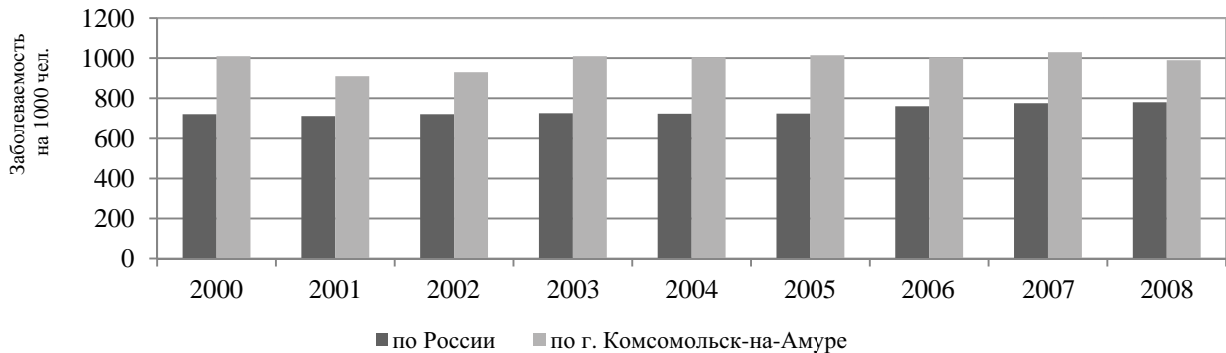


Рис. 1. Динамика первичной заболеваемости населения по всем классам болезней в г. Комсомольске-на-Амуре и РФ

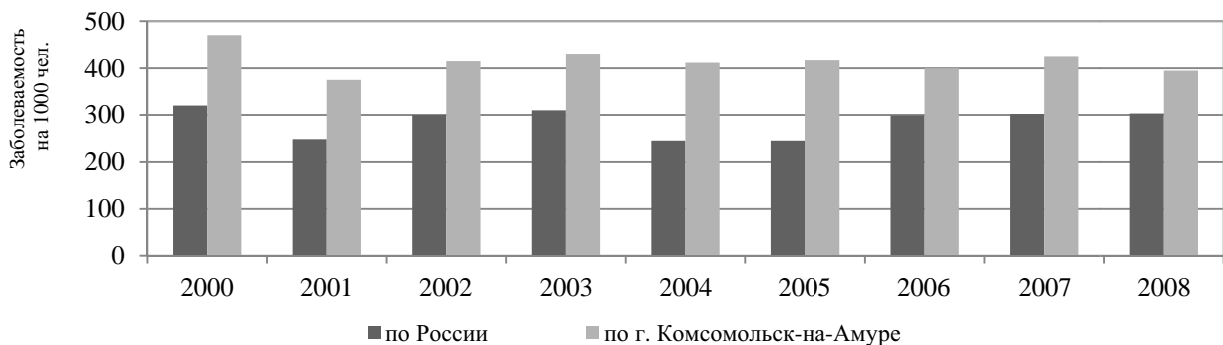


Рис. 2. Динамика первичной заболеваемости населения болезнями органов дыхания в г. Комсомольске-на-Амуре и РФ

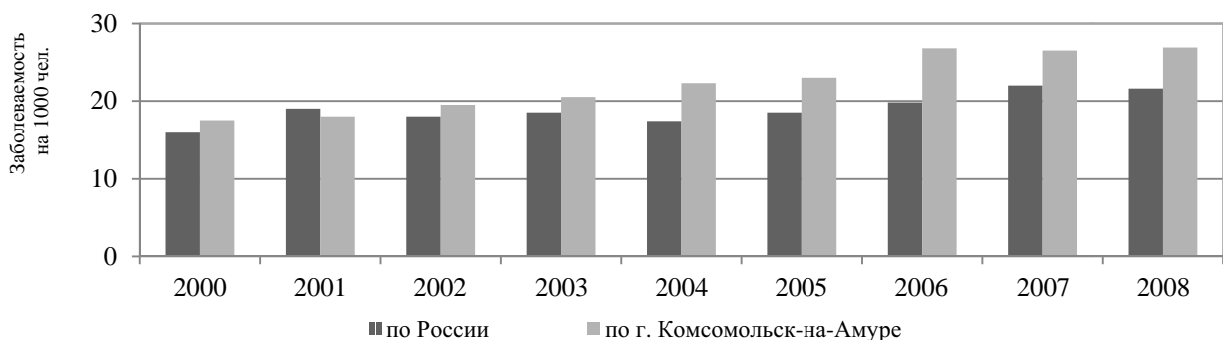


Рис. 3. Динамика первичной заболеваемости населения болезнями системы кровообращения в г. Комсомольске-на-Амуре и РФ

В общей структуре валовых выбросов объекта исследования, ООО «РН – Комсомольского НПЗ», по данным на 2011 г., в атмосферу выбрасывается более 4715 т загрязняющих веществ, из них на канцерогены приходится лишь 0,7 % (≈ 32 т), на неканцерогены – 99,3 % (≈ 4683 т) [5]. То есть выбросы завода составляют в основном неканцерогены, 48 наименований.

Так как атмосферный воздух всех трех сред, рассматриваемых в данном исследовании, загрязнен комплексом вредных веществ, то каждый сотрудник ООО «РН – Комсомольского НПЗ» будет подвергаться комбинированному воздействию всех химических факторов. Последние изменения в российском законодательстве обязывают разрабатывать и внедрять новые технологии для оценки профессиональных рисков, что делает наше исследование актуальным.

Ранее нами было проведено исследование канцерогенных ингаляционных рисков для персонала данного предприятия [1]. Целью же данной статьи является оценка ингаляционно-неканцерогенного риска для персонала этого нефтеперерабатывающего завода для совершенствования системы менеджмента профессионального здоровья и безопасности на ООО «РН-Комсомольском НПЗ». Оценка риска также будет проведена с учетом пребывания работников в трех средах: производственно-технологической, производственной и городской [1].

Основные задачи исследования:

- 1) расчет неканцерогенных рисков по профессиональным группам;
- 2) выявление групп риска персонала нефтеперерабатывающего завода;
- 3) разработка частных моделей «доза – эффект».

Выявление веществ-неканцерогенов

По данным городских постов наблюдений [2], аттестации рабочих мест по условиям труда [3] и проекта предельно-допустимых выбросов КНПЗ [5], из всех веществ, присутствующих в воздушной среде рассматриваемых площадок, было отобрано 35 неканцерогенов. На органы дыхания оказывают воздействие 30 веществ, ЦНС – 12, по пять веществ на печень и почки, на кровь оказывают воздействие четыре вещества, на глаза – три, на сердечно-сосудистую, костную, нервную системы и развитие – по два вещества, на иммунную систему и массу тела – по одному веществу.

На уровне качественного анализа можно сделать предположение, что в результате воздействия выявленных химических веществ органы и системы организма будут подвергаться воздействию в очередности, обозначенной на рис. 4.

Критические органы / системы

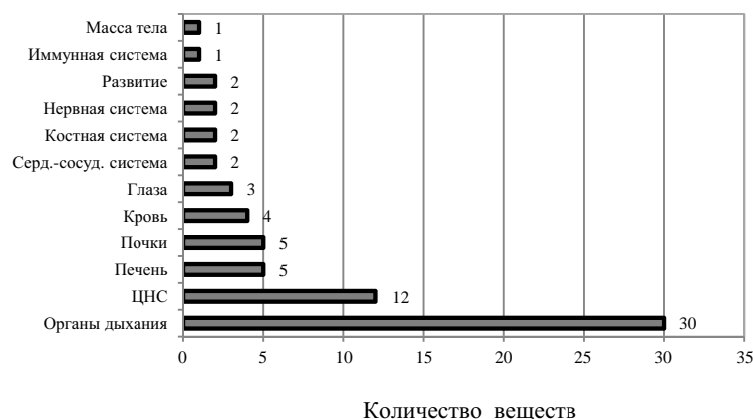


Рис. 4. Количество веществ, действующих на критические органы/системы

Для некоторых веществ доказано действие сразу на несколько органов. В этом случае имеет место учет их первостепенного воздействия для выявления наиболее вероятно поражаемых систем организма. Соотношение веществ по такому первостепенному воздействию показано на рис. 5.

Критические органы / системы



Рис. 5. Количество веществ по первоочередному действию на критические органы/системы

Таким образом, первоочередному воздействию подвергаются органы дыхания (семь веществ), ЦНС (шесть веществ), печень и костная система (по два вещества), почки, кровь, глаза и сердечно-сосудистая система (по одному веществу).

Сопоставляя данные двух диаграмм (см. рис. 4 – 5), можно отметить три группы веществ, места которых не изменились, – это вещества, оказывающие воздействие на органы дыхания, ЦНС и печень.

Сценарии воздействия

Расчеты неканцерогенного риска были проведены по трем сценариям. Сценарий № 1 предполагал рассмотрение только производственно-технологической среды, в его основе были заложены данные о концентрациях веществ в рабочей зоне [3]. В сценарии № 2 также рассматривается среда завода, но теперь она условно поделена на два временных промежутка: 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 веществ в этих зонах были выбраны по результатам рассеивания проекта предельно-допустимых выбросов предприятия [5].

Сценарий № 3 является, в свою очередь, уточнением ранее рассмотренного сценария № 2, а также учитывает концентрации загрязняющих веществ в городской среде [2]. Мы допускаем, что городская среда для каждого работника приблизительно одна и та же. Это связано, прежде всего, с недостатком данных и невозможностью зонирования территории города по уровню загрязнения.

Элементы выбранного маршрута воздействия:

1 – источник поступления веществ в окружающую среду: промышленность города и автотранспорт (в том числе объект исследования);

2 – воспринимающая, транспортирующая и воздействующая среды: атмосферный воздух;

3 – рецепторная точка (точка воздействия): рабочее место, городская среда;

4 – путь поступления при контакте человека с химическим веществом: ингаляционный (при вдыхании загрязненного воздуха).

В качестве главного пути воздействия принят именно ингаляционный. Предполагается, что вероятность контакта человека с вредными веществами максимальна при вдыхании загрязненного воздуха, и именно этот путь приводит к накоплению веществ в организме.

Методика проведения исследования

В методологии оценки риска в качестве параметров для оценки неканцерогенного риска используются референтные уровни воздействия – референтные дозы и концентрации (исходя из предположения о наличии порога вредного действия, ниже которого вредные эффекты не развиваются). Принцип установления референтных уровней воздействия представлен на рис. 6 [6].

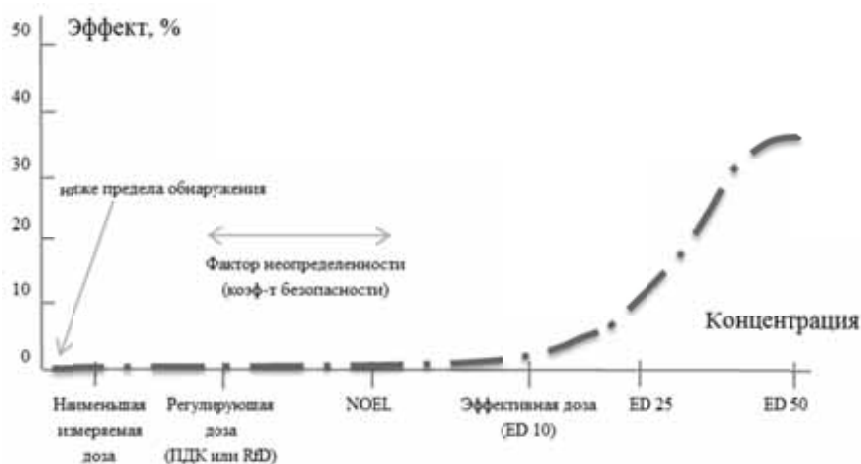


Рис. 6. Установление референтного уровня воздействия на основе пороговой или недействующей дозы

Согласно Р 2.1.10.1920-01, «референтная доза/концентрация» – это суточное воздействие химического вещества в течение всей жизни, которое устанавливается с учетом всех имеющихся современных научных данных и, вероятно, не приводит к возникновению неприемлемого риска для здоровья чувствительных групп населения [6].

В дальнейших расчетах для ингаляционного пути поступления веществ будет применяться именно референтная концентрация для хронического ингаляционного воздействия ввиду отсутствия референтных доз.

Стоит отметить, что превышение референтных концентраций не обязательно связано с развитием определенного вредного эффекта. Подразумевают, что чем выше воздействующая концентрация и чем больше она превосходит референтную, тем выше вероятность появления так называемых «вредных ответов».

Характеристика риска развития неканцерогенных эффектов для отдельных веществ проводится на основе расчета коэффициента опасности по формуле

$$HQ = AC / RfC,$$

где HQ – коэффициент опасности; AC – средняя концентрация, $мг/м^3$; RfC – референтная (безопасная) концентрация, $мг/м^3$.

При комплексном воздействии нескольких химических соединений оценка производится по величине индекса опасности HI по формуле

$$HI = \sum HQ_i,$$

где HQ_i – коэффициенты опасности для отдельных компонентов смеси воздействующих веществ.



При комплексной оценке многосредового и многомаршрутного поступлений химических веществ в организм человека используется суммарный индекс опасности ТНІ, который включает в себя показатели по всем критическим органам и системам и рассчитывается по формуле

$$ТНІ = \sum НІ_j,$$

где $НІ_j$ – индексы опасности для отдельных маршрутов воздействия.

Результаты исследования

По результатам расчетов ингаляционного неканцерогенного риска для всех 517 рабочих мест были сформированы 26 профессиональных групп в зависимости от принадлежности к определенному цеху, подразделению или установке цеха. Перечень групп и значения средних коэффициентов неканцерогенной опасности представлены в табл. 1.

Код каждой группы содержит цифру, определяющую принадлежность к определенному цеху. Буквенной аббревиатурой обозначены внутрицеховые подразделения или технологические установки.

Таблица 1

Результаты расчета $ТНІ_{ср}$ по профессиональным группам

Код группы	Описание группы	$ТНІ_{ср}$
1	G(XA-5) Персонал химического анализа цеха № 5	2454,79
2	G(6) Персонал цеха № 6	1617,40
3	G(Y-5) Управление цеха № 5	1070,98
4	G(9) Персонал цеха № 9	846,07
5	G(46) Персонал цеха № 46	587,58
6	G(3) Персонал цеха № 3	541,72
7	G(ЛЭБ-5) Персонал лаборатории экологической безопасности цеха № 5	485,27
8	G(АВТ-3-1) Персонал установки ЭЛОУ-АВТ-3 цеха № 1	467,39
9	G(УТЦ-14) Персонал учебно-тренировочного центра цеха № 14	453,35
10	G(P-1) Персонал ремонтной группы цеха № 1	446,46
11	G(11) Персонал цеха № 11	434,61
12	G(8) Персонал цеха № 8	433,18
13	G(15) Персонал цеха № 15	387,90
14	G(2) Персонал цеха № 2	387,37
15	G(И-1) Персонал установки изомеризации цеха № 1	355,64
16	G(4) Персонал цеха № 4	332,41
17	G(ГСО-14) Персонал газоспасательного отряда цеха № 14	310,78
18	G(7) Персонал цеха № 7	309,43
19	G(УКР-1) Персонал УКР цеха № 1	283,93
20	G(АВТ-2-1) Персонал установки ЭЛОУ-АВТ-2 цеха № 1	260,80
21	G(33) Персонал цеха № 33	212,82
22	G(12) Персонал цеха № 12	169,54
23	G(Y-1) Управление цеха № 1	165,01
24	G(ЗП-14) Персонал здравпункта цеха № 14	71,13
25	G(22) Персонал цеха № 22	62,24
26	G(A) Персонал азотно-воздушной станции	43,67

В ходе исследования были получены суммарные неканцерогенные риски (общие индексы опасности), сформированные в трех средах, что позволило ранжировать рабочие места и профессиональные группы по уровню опасности.

Завышенные значения индексов опасности при норме $HI = 1$ можно объяснить следующим:

- использованием нового критерия – референтной концентрации RfC (который предназначен для окружающей, а не производственной среды);
- использованием средних среди максимальных значений концентраций ввиду отсутствия среднесменных и среднесуточных.

Тем не менее весь персонал предприятия подвержен достаточно большому уровню неканцерогенного риска, наибольший вклад в значение индекса опасности вносит именно производственная среда (98,6 %).

Частные модели «доза – эффект»

По данным, полученным в здравпункте предприятия, были отображены четыре нозологические формы заболеваний: болезни органов дыхания, болезни почек и мочеполовой системы, болезни глаза и его придатков, болезни сердечно-сосудистой системы. Сделано предположение, что эти заболевания обусловлены присутствием в воздухе сред веществ направленного действия на соответствующие органы и системы. Проведен сравнительный анализ с индексами неканцерогенной опасности по профессиональным группам. В результате сопоставления данных заболеваемости и индексов неканцерогенной опасности было выбрано линейное приближение, дающее максимальную степень приближения.

Важно также отметить, что на состояние здоровья работников оказывают влияние и метеорологические условия. Наиболее подверженными данному физическому фактору являются профессиональные группы технологических цехов: G(1; 2; 3). Эти группы вносят определенную погрешность при их рассмотрении с другими группами, поэтому целесообразно разделить группы персонала на технологические и нетехнологические.

Болезни органов дыхания: увеличение индекса опасности на 300 единиц приведет к одному дополнительному случаю заболевания болезни органов дыхания и порядка 13 дополнительными днями нетрудоспособности на 100 работающих. При тех же условиях, при увеличении индекса ТНІ на 300 единиц, для технологических групп это приведет к 3,6 дополнительными случаями заболевания и 31,2 дополнительными днями нетрудоспособности на 100 работающих (величина достоверности аппроксимации для технологических групп составляет порядка 0,03 – 0,033). Для нетехнологических групп такое же увеличение индекса ТНІ приведет к 1,2 дополнительными случаями и 17,4 дополнительными днями нетрудоспособности на 100 работающих (коэффициент достоверности: 0,112 – 0,235).

Болезни почек и мочеполовой системы: при рассмотрении всех профессиональных групп один дополнительный случай заболевания и 11,5 дней нетрудоспособности на 100 работающих будут происходить при увеличении индекса ТНІ на 500 единиц. Для технологических групп то же самое увеличение индекса приведет к возникновению 2,5 дополнительных случаев заболевания и 61 дополнительному дню нетрудоспособности на 100 работающих (коэффициент достоверности: 0,116 – 0,137). Для нетехнологических групп зависимость не была подтверждена.

Болезни глаза и его придатков: при рассмотрении всех профессиональных групп и по отдельности зависимость не была выявлена. Для нетехнологических групп один дополнительный случай заболевания возможен при увеличении индекса ТНІ на 1000 единиц, что приведет также к девяти дополнительными днями нетрудоспособности на 100 работающих (коэффициент достоверности: 0,052 – 0,005).

Болезни сердечно-сосудистой системы: для всех профессиональных групп один дополнительный случай заболевания и 32 дополнительными днями нетрудоспособности на 100 работающих будут наблюдаться при увеличении индекса опасности на 0,1. При тех же задан-



ных условиях для технологических групп это даст 0,2 дополнительных случая и шесть дополнительных дней нетрудоспособности (коэффициент достоверности достаточно низкий: 0,004 – 0,002). Для нетехнологических групп – это 1,3 дополнительных случая и уже 45 дней нетрудоспособности на 100 работающих (коэффициент достоверности самый высокий из всех полученных ранее: 0,154 – 0,44).

Таким образом, получены частные модели зависимости «доза – эффект» по двум нозологическим формам: болезни органов дыхания и болезни сердечно-сосудистой системы. Частично подтверждена зависимость для болезней почек и мочеполовых систем и болезней глаза и его придатков, что свидетельствует о влиянии не только химических веществ на формирование заболеваемости по данным формам и необходимости дальнейших исследований по выявлению приоритетных факторов воздействия.

Обсуждение результатов

На всех этапах оценки риска, как правило, присутствуют неопределенности. Наибольшее же влияние на достоверность итоговых оценок риска, по нашему мнению, оказывают неопределенности, связанные с оценкой экспозиции. В качестве таких факторов можно выделить:

- рассмотрение только одного пути поступления (ингаляционного) и исключение из анализа других вследствие отсутствия данных;
- ограниченные сведения о результатах мониторинга, которые не отражают текущее состояние городской среды;
- ограниченные сведения о веществах, присутствующих в рабочей зоне, которые не были учтены и замерены при аттестации рабочих мест по условиям труда;
- использование обобщенных данных проектов аттестации рабочих мест и результатов рассеивания веществ на территории предприятия;
- предположения о частоте и продолжительности различных видов деятельности персонала;
- выбранные значения времени осреднения экспозиции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасьева, И. В. Оценка канцерогенного риска для профессиональных групп ООО «РН-Комсомольского НПЗ» / И. В. Афанасьева, В. В. Анисимов // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. Науки о природе и технике. – 2011. – № IV-1(8). – С. 102-107.
2. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Хабаровского края в 2010 году / под ред. В. М. Шихалева. – Хабаровск: Министерство природных ресурсов Хабаровского края, 2011. – 267 с.
3. Материалы аттестации рабочих мест по условиям труда в ООО «РН – Комсомольский НПЗ». – 2009. – 46 т.
4. Отчет «Оценка риска для здоровья населения от воздействия выбросов объектов ООО «РН – Комсомольского НПЗ» и арендных предприятий (г. Комсомольск-на-Амуре Хабаровского края РФ)». – Казань, 2010. – 365 с.
5. Проект предельно-допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух ООО «РН – Комсомольского НПЗ», 2009. – 2 т.
6. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду [Электронный ресурс]: доступ из справ.-правовой системы «Техэксперт».