

ГИГИЕНА ОКРУЖАЮЩЕЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ HYGIENE OF THE SURROUNDING AND INDUSTRIAL ENVIRONMENT

УДК: 616.1/8-02:613.863-07

© Коллектив авторов, 2012

ЭКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ Г. ТИХВИНА НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

ECOLOGICAL AND HYGIENIC ANALYSIS OF THE IMPACT OF POLLUTANT CHEMICALS OF INDUSTRIAL ENTERPRISES IN TIKHVIN ON HEALTH

С.А. Горбанев^{1,2}, Ф.Ш. Саркисян³, А.А. Девяткина², А.В. Редченко¹,
А.С. Радилов⁴, М.Ю. Комбарова⁴
S.A. Gorbanev^{1,2}, F.Sh. Sarkisyan³, A.A. Devyatkina², A.V. Redchenko¹,
A.S. Radilov⁴, M.Yu. Kombarova⁴

¹ Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Ленинградской области, Санкт-Петербург

² Северо-западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова, Санкт-Петербург

³ Филиал Центра гигиены и эпидемиологии в Ленинградской области в Тихвинском районе, Тихвин

⁴ Научно-исследовательский институт гигиены, профпатологии и экологии человека ФМБА России, Санкт-Петербург

¹ Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare in the Leningrad region, Saint-Petersburg

² North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint-Petersburg

³ Branch of Center of Hygiene and Epidemiology in Leningrad region in Tikhvin area, Tikhvin

⁴ Scientific Research Institute of Hygiene, Occupational Pathology and Human Ecology FMBA of Russia, Saint-Petersburg

Контакт: С.А. Горбанев, e-mail: lenobl@47.rospotrebnadzor.ru

В статье представлены результаты анализа влияния выбросов загрязняющих химических веществ промышленных предприятий г. Тихвина на здоровье населения в динамике. По данным углубленных медицинских осмотров проведен программно-математический (в том числе с использованием ГИС) анализ влияния выбросов загрязняющих химических веществ предприятий южной промышленной зоны г. Тихвина, в том числе ЗАО «ТФЗ», в атмосферный воздух на здоровье детского населения.

Ключевые слова: социально-гигиенический мониторинг, окружающая среда, промышленные предприятия, атмосферный воздух, здоровье населения, геоинформационные системы, экологически обусловленные болезни.

The results of analysis of the pollutant chemicals impact on health over time from industrial enterprises in Tikhvin are presented in the article. According to in-depth medical examinations conducted software and mathematical (including the use of GIS) analysis of effects of pollutant chemicals of companies in the southern industrial area in Tikhvin, including JSC «TFZ» into the atmospheric air on children's health.

Key words: environment and health monitoring, environment, industry, air, health, geo-information systems, environmentally-caused disease.

Введение. Основным условием реализации конституционных прав граждан на охрану здоровья и благоприятную среду обитания является обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения [1].

Важнейшим направлением работы Федеральной службы по защите прав потребителей и благополучия человека является ведение социально-гигиенического мониторинга как одного из основных инструментов, обеспечи-

вающих принятие управленческих решений, направленных на обеспечение благополучия населения [3].

Цель исследования — оценка влияния промышленных объектов г. Тихвина на окружающую среду (атмосферный воздух) и здоровье населения в динамике.

Задачи исследования. Натурные реперные исследования с целью определения и уточнения приоритетных вредных веществ в объектах среды обитания (атмосферный воздух); гигиено-эпидемиологический анализ заболеваемости взрослого и детского населения с определением перечня возможных экологически обусловленных болезней; программно-математический анализ, в том числе с использованием геоинформационных технологий связи вредных факторов среды обитания и изменений здоровья населения.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования явились: объекты окружающей среды (атмосферный воздух); население, проживающее в г. Тихвин.

В ходе работ были использованы: данные мониторинга окружающей среды ФГУЗ «ЦГиЭ по Ленинградской области»; данные статистических форм отчетности по показателям неинфекционной заболеваемости населения и выписки из медицинских карт, данные углубленных медицинских осмотров детского населения.

В работе использовалась методика проецирования полученных данных на топооснову с использованием геоинформационных систем (ГИС).

Результаты и обсуждение. На первом этапе исследования было проведено ранжирование территории г. Тихвина по зонам с наибольшей и наименьшей техногенной нагрузкой (контрольные районы). Г. Тихвин условно разделен на территорию наблюдения (южные микрорайоны 2, 3, 6, 7) и территорию сравнения (микрорайоны 1, 4, 5, частная жилая застройка) в связи с наибольшей нагрузкой техногенного загрязнения на южную часть города.

Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха за анализируемый период были автотранспорт, ЗАО «Титран — Экспресс», котельная МП «Теплосеть», ЗАО «Тихвинский лесохимический завод», ЗАО «ТФЗ», предприятия деревообрабатывающей отрасли, сжигающие отходы производства, ЗАО «Турболайн».

В г. Тихвине в 2006 г. внедрена система автоматизированного контроля загрязненности атмосферного воздуха. Наблюдение проводится на 11 постах: 9 маршрутных (исследования проводятся еженедельно) и 2 стационарных (ежесуточно) [8].

К числу приоритетных веществ — загрязнителей атмосферы г. Тихвина, контролируемых на постах, отнесены: диоксид азота, оксид азота, серы диоксид, углерода оксид, взвешенные вещества (гравиметрическое определение), озон,

свинец (выбросы автотранспорта), кадмий, Cr^{+6} , марганец, медь, цинк.

Для установления причинно-следственной связи воздействия вредных факторов среды обитания (атмосферный воздух) на здоровье населения устанавливался уровень загрязнения атмосферного воздуха приоритетными химическими веществами, а также определялись источники, вносящие наибольший вклад в загрязнение [7].

Наибольшая доля вклада в загрязнение атмосферного воздуха принадлежит ЗАО «ТФЗ», в связи с чем проведен анализ данных мониторинга предприятия в предпусковой период (январь — апрель), в период пуска 1-й (май) и 2-й (август) электроплавильных печей и их последующей работы.

По данным поста AS-1 (более подверженного воздействию промышленно-транспортного загрязнения, в том числе южной промзоны), в предпусковой (фоновый) зимне-весенний период (январь — апрель 2007 г.) имели место превышения среднесуточного ПДК (ПДК с.с.) по 4 контролируемым загрязнителям: по диоксиду азота и озону, диоксиду серы и взвешенным веществам.

Начиная с июня, то есть в пусковой период, содержание всех исследуемых загрязнителей в пробах атмосферного воздуха, отобранных на посту AS-1, не превышало ПДК с.с., что указывает на отсутствие существенного влияния ЗАО «ТФЗ» на загрязнение атмосферы этими веществами в условиях штатного режима работы после запуска 2 электропечей.

По озону число проб с превышением ПДК с.с. в январе — феврале составило 11,1–25%, в последующем увеличилось до 56,7% — март, 64,7% — апрель, 66,7% — июнь, 37,5% — июль и 59,3% — август. Уровень превышений находился в пределах 1,2–2,5 ПДК с.с. В IV квартале озон определялся в пределах ПДК с.с. Динамика роста загрязнения озоном (связываемого с диоксидом азота и с выбросами автотранспорта) отражает, по всей вероятности, возрастание продолжительности инсоляции в летние месяцы. Озон, являясь промежуточным продуктом фотохимических реакций азота диоксида и углеводородов, при превышении ПДК может оказывать общетоксическое и раздражающее действие: раздражение дыхательных путей, кашель, расстройства дыхания, хронический бронхит, эмфизему легких, приступы астмы [9].

По взвешенным веществам (пост AS-1) наблюдалось появление повышенного их содержания (определяемого весовым методом) в июне — августе, что носит сезонный характер (за счет пыли с подстилающей поверхности). На посту AS-2 превышения ПДК взвешенных веществ отсутствовали в течение всего года.

Среднесуточные концентрации с превышением ПДК с.с. на посту AS-2 наблюдались по тем же загрязнителям (кроме взвешенных веществ),

что и на посту AS-1. Сравнение средних и максимальных показателей загрязнения атмосферного воздуха на разных участках территории г. Тихвина показало, что загрязнение диоксидом азота было несколько выше в районе поста AS-1 — южная граница города (в среднем 34% проб превышали ПДК с.с. до 2,8 раз); однако загрязнение воздуха диоксидом серы оказалось более интенсивным в районе поста AS-2 — в жилитебной части города (в среднем 38% проб, а в апреле — 100% проб, были выше ПДК с.с. до 2,5–4,1 раз).

Последнее указывает на наличие близко расположенных котельных, служащих источником локального очага весьма интенсивного загрязнения воздуха жилого района диоксидом серы — веществом 3 класса опасности, который в присутствии влаги воздуха переходит в серную кислоту (2 класс опасности) [6].

Исследованиями на маршрутных точках не отмечено превышений ПДК по всему перечню общепромышленных загрязнителей, а также по тяжелым металлам, как в предпусковой, так и в пусковой период ЗАО «ТФЗ».

За анализируемый период наибольшая величина загрязнения воздушной среды наблюдалась в точках, расположенных на обочинах автомобильных дорог с интенсивным движением транспорта, а также в непосредственной близости от местных источников загрязнения, особенно промышленных предприятий деревообрабатывающей отрасли и котельной.

Таким образом, необходимо отметить наличие превышений ПДКс.с. диоксида азота и диоксида серы, обладающих эффектом суммации вредного действия, озона и сезонный характер увеличения среднесуточных концентраций взвешенных веществ. С учетом того, что вышеперечисленные загрязнители оказывают воздействие на органы дыхания [4], то такие заболевания, как аллергический ринит, хронические болезни миндалин и аденоидов, хронические бронхиты и бронхиты неуточненной этиологии, астма и астматический статус могут быть отнесены к экологически обусловленной патологии.

По результатам углубленных медицинских осмотров репрезентативной выборки детского населения (данные Ленинградской областной детской клинической больницы, июнь и октябрь 2007 г.) был проведен пространственный анализ патологической пораженности детского населения, проживающего в г. Тихвине, в зависимости от близости проживания к южной промышленной площадке, и данных мониторинга атмосферного воздуха.

По заболеваниям ЛОР-органов среди детей, проживающих ближе 3000 м от промышленной площадки и дальше этого расстояния, были получены очень близкие результаты — 50,8% и 53,5%. Соответственно, различия не были достоверны, а коэффициент OR не достиг 1,0 (рис. 1).

Заболевания нервной системы в обоих выделенных районах г. Тихвина обнаруживались

редко и составляли 8,4% и 4,8%, при этом различия вновь были не достоверны (нижняя граница доверительного интервала OR менее 1,0).

Аналогичная картина была характерна для аллергических болезней — пораженность 3,2% и 1,1% (OR = 2,953, CI = 0,775–11,258), при отсутствии достоверного уровня различий, несмотря на четко выраженное 3-кратное превышение частоты этой патологии в ближних расстояниях от южной промплощадки. Этот момент заслуживает особого внимания, так как аллергические заболевания можно отнести к группе экологически обусловленных (рис. 2).

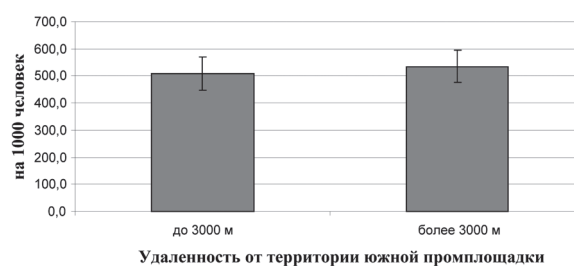


Рис. 1. Показатель ЛОР-патологии среди осмотренных детей, проживающих на различной удаленности от территории южной промплощадки

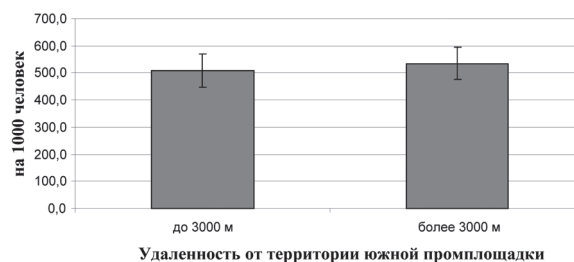


Рис. 2. Показатель аллергизации осмотренных детей, проживающих на различной удаленности от территории южной промплощадки

Патологическая пораженность детей болезнями мочеполовой системы, органов пищеварения, сердечно-сосудистой системы, кожи и подкожной клетчатки, проживающих в выделенных районах г. Тихвина, была практически одинакова и составляла соответственно: 4,8% и 5,9%, 13,6% и 12,2%, 4,0% и 3,0%, 2,0% и 2,6%. По болезням эндокринной системы различия были несколько выше — 18,0% и 12,9% по районам, но также не были достоверны (нижняя граница доверительного интервала OR менее 1,0).

Выводы

1. Аллергические заболевания в г. Тихвине могут быть отнесены к группе «экологически обусловленных» в связи с наличием превышений ПДКс.с. диоксида азота и диоксида серы, озона и взвешенных веществ, оказывающих раздражающее действие на органы дыхания.

2. Выявлено отсутствие установленного влияния предприятий южной промышленной зоны, в том числе ЗАО «ТФЗ» на детскую заболеваемость (данные углубленных медицинских осмотров репрезентативной выборки детского населения).

3. Планируется провести динамическое наблюдение за здоровьем детского населения с выявлением «групп риска», проведением систематического медицинского наблюдения за данной группой, оценкой содержания химических элементов в биосубстратах (волосы, ногти) детей для доказательности установления причинно-следственных связей «среда — здоровье».

4. Планируется провести комплексную оценку медико-экологической ситуации в г. Тихвине, включающую все актуальные вопросы оценки напряженности, потенциальных и реальных рисков, доказательности причинно-следственных связей, а также принцип выбора комплекса санитарно-эпидемиологических мер профилактики по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

5. Необходимо разработать сводный том предельно допустимых выбросов в атмосферу для г. Тихвина с проведением инвентаризации выбросов загрязняющих веществ от промышленных предприятий и автотранспорта.

Литература

1. Закон РФ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» № 52-ФЗ от 30.03.1999 г.

2. МР № 2510/5716-97-32 от 30.07.1997. «Комплексная гигиеническая оценка степени напряженности медико-экологической ситуации различных территорий, обусловленной загрязнением токсикантами среды обитания населения».

3. МР № 11-3/61-09 от 27.02.2001. «Методические рекомендации по обработке и анализу данных, необходимых для принятия решений в области охраны окружающей среды и здоровья населения, обеспечения санэпидблагополучия населения».

4. Р 2.1.10.1920-04. «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду».

5. Руководство по гигиене атмосферного воздуха / под ред. проф. К.А. Бушуевой. — М.: Медицина, 1976.

6. Грушко Я.М. Вредные неорганические соединения в промышленных выбросах в атмосферу : справочник / Я.М.Грушко. — Л. : Химия, ленинградское отделение, 1987.

7. Кутепов Е.Н. Методические основы оценки состояния здоровья населения при воздействии факторов окружающей среды / Е.Н. Кутепов. — М., 1995.

8. Программа мониторинга атмосферного воздуха на территории г. Тихвина. — СПб., 2006 — 70 с.

9. Химия окружающей среды / под ред. Дж. О.М. Бокриса ; пер. с англ. — М. : Химия, 1982.

УДК 614.777:628.1/3

© Коллектив авторов, 2012

АПРОБАЦИЯ МЕТОДА ИНТЕГРАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ХИМИЧЕСКОЙ БЕЗВРЕДНОСТИ НА ПРИМЕРЕ ВОДОПРОВОДНЫХ СТАНЦИЙ ГУП «ВОДОКАНАЛ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА»

APPROBATION OF THE METHOD OF INTEGRAL ASSESSMENT OF DRINKING WATER ON INDICATORS OF CHEMICAL SAFETY BASED ON THE EXAMPLE OF WATER STATIONS OF SUE «VODOKANAL OF SAINT-PETERSBURG»

А.В. Мельцер^{1,2}, А.В. Киселев¹, Н.В. Ерастова^{1,2}, А.А. Шульга²

A.V. Meltser^{1,2}, A.V. Kiselev¹, N.V. Erastova^{1,2}, A.A. Shul'ga²

¹Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова, Санкт-Петербург

²Управление Роспотребнадзора по городу Санкт-Петербургу, Санкт-Петербург

¹North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint-Petersburg

²Saint-Petersburg Regional Agency of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-being, Saint-Petersburg

Контакт: А.В. Мельцер, e-mail: amelug@pochta.ru

Интегральная оценка питьевой воды по показателям химической безвредности показала, что самый низкий, то есть более благоприятный, показатель отмечается на выходе с водопроводной станции Корчино и Северной водопроводной станции.

Выполнение интегральной оценки питьевой воды по показателям химической безвредности позволяет дифференцировать гигиеническую доброкачественность приготавливаемой на водопроводных станциях питьевой воды.

Ключевые слова: оценка риска, интегральная оценка питьевой воды, химическая безвредность, экспозиционные и референтные дозы.

Integral assessment of drinking water on indicators of chemical safety showed that the lowest, and that is more favorable, rates are found among consumers of Korchmino and North water stations. The developed algorithm of calculation of the integral assessment of drinking water allows to differentiate hygienic assessment of purity of drinking water prepared at waterworks.

Key words: risk assessment, integrated assessment of drinking water, chemical safety, exposition and reference doses.

Введение. В основу метода интегральной оценки питьевой воды по показателям химической безвредности была положена методология оценки риска для здоровья населения, изложенная в [18] и дополненная критериями приемлемых уровней и алгоритмом формирования суммарной или интегральной оценки ее безвредности [8].

Цель исследования — апробация метода интегральной оценки питьевой воды по показателям химической безвредности на примере водопроводных станций ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга».

Материалы и методы. Проведена оценка воды р. Невы и выбор приоритетных показателей на основе информации, полученной из ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга», Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Правительства Санкт-Петербурга.

Основным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения Санкт-Петербурга является р. Нева, водозаборы которой обеспечивают 98% потребности города в воде. Особенности химического состава воды р. Невы являются: высокое содержание гуминовых веществ торфяного происхождения, и, как следствие — большие фоновые значения цветности и окисляемости; слабая минерализация, в том числе низкое содержание кальция и магния. Удельный вес неудовлетворительных проб воды Невы стабильно высокий и превышает среднероссийский показатель; в 2009 г. доля проб, не соответствующих нормативам, составила по санитарно-химическим показателям 50,9% против 16,2% в Российской Федерации.

На первом этапе общий перечень контролируемых показателей был оценен по загрязняющим веществам, поступающим в р. Неву в составе сточных вод. Выбор веществ осуществлялся, исходя из класса опасности, лимитирующего признака вредности, канцерогенности, степени превышения ПДК и частоты обнаружения, тенденции к росту концентраций при долговременном наблюдении [9, 13]. Такой подход позволил дополнить первоначальную выборку веществами, относящимися к 1 классу опасности, —

бериллием, мышьяком, ртутью, и веществами 2 класса опасности, лимитирующим признаком вредности которых является санитарно-токсикологический, — нитриты, барий, бор, кадмий, селен, стронций, а также показателями с органолептическим лимитирующим показателем вредности.

Сформированная таким образом окончательная выборка актуальных для Санкт-Петербурга химических веществ позволила нам перейти к расчетам канцерогенного, неканцерогенного и органолептического рисков для получения интегральной оценки возможного негативного воздействия воды на здоровье населения. В общей сложности в выборку вошли результаты исследований на 57 показателей. Для расчета риска от воздействия химических веществ, обладающих органолептическим эффектом воздействия, были взяты 17 показателей, неканцерогенного риска — 27 показателей, канцерогенного — 27 показателей.

Оценка риска выполнялась на основных этапах водоподготовки для всех водопроводных станций Санкт-Петербурга: Южной (ЮВС), Северной (СВС), Главной (ГВС), Волковской (ВВС) и Корчмино.

В соответствии с [8] приемлемые значения составляют для рефлекторно-ольфакторных эффектов — 0,1; неканцерогенного риска — 0,05; канцерогенного риска — 0,00001.

Результаты и обсуждение. Проведены расчеты риска загрязнения химическими веществами питьевой воды для всех водопроводных станций ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга». В качестве примера приведем значения, полученные в результате расчета на ЮВС.

Для цели исследования использовались точки контроля на всех этапах водоподготовки: на водозаборе, выходе со станции, выходе из четвертого машинного отделения и у потребителя. Точкой, максимально приближенной к потребителю, был выбран кран водопроводной подстанции «Фрунзенская» (Грузовой пр., д. 6).

Для расчета риска от воздействия химических веществ, обладающих органолептическим эффектом воздействия, выбрано 17 показателей (табл. 1).

Значения, превышающие приемлемый уровень риска по органолептическому эффекту, отмечаются только на водозаборе. В структуре показателей ведущими и определяющими высокий уровень риска являются нефтепродукты и цветность.

Для расчета неканцерогенного риска выбрано 27 веществ, обладающих санитарно-токсикологическим эффектом воздействия, при этом в ходе расчета риска по 17 показателям значения оказались малозначимы, по 10 — представлены в таблице 2.

Таблица 1

Значения риска от воздействия химических веществ, обладающих органолептическим эффектом воздействия, ЮВС

Наименование	ЮВС, водозабор	ЮВС, выход	ЮВС, машинное отделение 4	Грузовой пр., д. 6
Алюминий, мг/дм ³	0,00101	0,00113	0,00135	0,00045
Железо общее, мг/дм ³	0,00045	7,15823E-08	1,18283E-08	2,2867E-06
pH	0,00021	0,00621	0,00466	0,00508
Жесткость, °Ж (ммоль/дм ³)	2,1282E-07	2,03423E-07	1,77281E-07	1,94374E-07
Запах при 60°С, баллы	0,00135	0,00135	0,00135	0,00135
Ионы аммония, мг/дм ³	0,00159	0,00196	0,00193	0,00193
Марганец, мг/дм ³	3,87591E-09	2,157E-10	1,57849E-10	1,08678E-10
Медь, мг/дм ³	1,80027E-26	1,59499E-25	2,61377E-25	2,95595E-28
Мутность, мг/дм ³	0,01208	0,00244	0,00252	0,00223
Нефтепродукты, мг/дм ³	0,13959	1,91901E-06	3,86561E-06	3,86561E-06
Остаточный хлор, мг/дм ³	0	0,01544	0,01677	0,00000
Сульфаты, мг/дм ³	5,38596E-15	2,45639E-10	1,88979E-10	2,67544E-10
Фенолы, мг/дм ³	3,16481E-10	1,31274E-10	1,31274E-10	1,31274E-10
Хлориды, мг/дм ³	3,28493E-15	2,13792E-13	1,90298E-13	1,90298E-13
Цветность, град.	0,10063	0,00016	0,000188638	0,00014699
Цинк, мг/дм ³	2,41712E-24	1,96693E-24	9,82814E-27	4,7193E-22
Щелочность, ммоль/дм ³	0,00050	0,00047	0,00047	0,00047
Суммарный риск	0,13959	0,01544	0,01677	0,00508

Таблица 2

Значения риска от воздействия химических веществ, обладающих санитарно-токсикологическим эффектом, ЮВС

Химические вещества	ЮВС, водозабор	ЮВС, выход	ЮВС, машинное отделение 4	Грузовой пр., д. 6
Барий, мг/дм ³	4E-05	3,9E-05	3,98514E-05	3,487E-05
Бор, мг/дм ³	4,1844E-05	4,359E-05	4,533E-05	3,208E-05
Бромдихлорметан, мг/дм ³	2,2085E-05	0,00049	0,0005345	0,0005055
Никель, мг/дм ³	7,4097E-05	6,059E-05	6,79955E-05	5,9278E-05
Нитраты, мг/дм ³	0,0004261	0,000456	0,000426	0,0004261
Свинец, мг/дм ³	0,0001586	0,00018	0,0001987	0,0001534
Стронций, мг/дм ³	0,000144	0,000148	0,000149	0,0001369
Хлороформ, мг/дм ³	9,0079E-05	0,003495	0,00377	0,00348
Хром общий, мг/дм ³	0,000174	0,00018	0,000216	0,000174
Четыреххлористый углерод, мг/дм ³	0,000427	0,00105	0,0024901	0,000784
Суммарный риск	0,0015975	0,00614	0,01223	0,005778

Значения неканцерогенного риска не превышают приемлемый уровень на всех стадиях водоподготовки. Вместе с тем, отмечается незначительный рост значений суммарного риска в процессе водоподготовки, что связано с воздействием химических веществ, образующихся при проведении хлорирования — четыреххлористым углеродом, бромдихлорметаном.

При расчете канцерогенного риска по 21 показателю значения оказались малозначимы, по 6 — представлены в таблице 3.

Значения канцерогенного риска не превышают приемлемый уровень на всех этапах водоподготовки.

Таким образом, при сравнении значений приемлемого риска с фактическими расчетными

величинами установлено, что превышение приемлемого риска отмечается только на водозаборе по органолептическому эффекту.

Для расчета интегрального показателя были оценены суммарные риски от воздействия веществ, обладающих органолептическим, неканцерогенным и канцерогенным воздействием (табл. 4).

Значение интегрального показателя безвредности питьевой воды на выходе с водопроводной станции составило 0,821 (табл. 5).

Значения интегрального показателя безвредности питьевой воды на выходе со станции для всех водопроводных станций представлены в таблице 6.

Таблица 3

Значения риска от воздействия химических веществ, обладающих канцерогенным эффектом, ЮВС

Химические вещества	ЮВС, водозабор	ЮВС, выход	ЮВС, машинное отделение 4	Грузовой пр., д. 6
Бериллий, мг/дм ³	0	0	6,14286E-06	0
Бромдихлорметан, мг/дм ³	6,73143E-08	1,49686E-06	1,62971E-06	1,54E-06
Свинец, мг/дм ³	0,000001222	1,39657E-06	1,53086E-06	1,18E-06
Хлороформ, мг/дм ³	5,40286E-08	2,10014E-06	2,26571E-06	2,09E-06
Хром общий, мг/дм ³	0,000006	0	0	0
Четыреххлористый углерод, мг/дм ³	0,000000182	4,485E-07	1,06229E-06	3,34E-07
Суммарный риск	7,52534E-06	5,44207E-06	6,48857E-06	5,15E-06

Таблица 4

Значения суммарных рисков на различных этапах водоподготовки, ЮВС

Виды риска	ЮВС, водозабор	ЮВС, выход	ЮВС, машинное отделение 4	Грузовой пр., д. 6
Органолептический	0,13959	0,01544	0,01677	0,00508
Неканцерогенный	0,0015975	0,00614	0,01223	0,005778
Канцерогенный	7,5253E-06	5,442E-06	6,48857E-06	5,15E-06

Таблица 5

Значение интегрального показателя безвредности питьевой воды (ИП) на выходе со станции, ЮВС

Виды риска	ЮВС, выход	Значение приемлемого риска (ПЗ)	Риск/ПЗ	ИП
Органолептический	0,01544	0,1	0,1544	0,821
Неканцерогенный	0,00614	0,05	0,1228	
Канцерогенный	5,422E-06	0,00001	0,5442	

Таблица 6

Итоговый интегральный показатель безвредности питьевой воды на выходе станций ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга»

Станция	ИП
Корчино	0,577
СВС	0,686
ВВС	0,745
ЮВС	0,821
ГВС	0,886

Заключение. Апробация метода интегральной оценки питьевой воды по показателям химической безвредности показала, что самый низкий, то есть более благоприятный, ИП отмечается на выходе со станций Корчино — 0,577 и СВС — 0,686. Самый высокий и, соответственно, наименее благоприятный, на ГВС — 0,886.

Выводы, полученные при апробации метода критериев интегральной оценки питьевой воды, позволяют установить, что созданный алгоритм расчета интегральной (комплексной) оценки питьевой воды в целом позволяет дифференцировать гигиеническую оценку доброкачественности приготавливаемой на водопроводных станциях питьевой воды.

Обращает на себя внимание, что значительный вклад в неканцерогенный и канцерогенный риск вносит хлороформ и соединения, образующиеся при хлорировании, главным образом, бромдихлорметан. Поэтому при изменениях климатических и гидрологических условий на водоисточнике не рекомендуется вносить изменения в технологический процесс водоподготовки, приводящий к повышению дозы гипохлорита и тем более к гиперхлорированию.

Литература

1. *Руководство* по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. — М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. — 143 с.
2. Красовский Г.Н. Гигиенические основы формирования перечней показателей для оценки и контроля безопасности питьевой воды / Г.Н. Красовский [и др.] // Гигиена и санитария. — 2010. — № 4. — С. 8–12.
3. Рахманин Ю.А. Методологические проблемы диагностики и профилактики заболеваний, связанных с воздействием факторов окружающей среды / Ю.А. Рахманин, Г.И. Румянцев, С.М. Новиков // Гигиена и санитария. — 2001. — № 5. — С. 3–7.

К ВОПРОСУ ОБ УСЛОВИЯХ ТРУДА ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ МЕДИЦИНСКОГО ВЫСШЕГО УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ

RISK ASSESSMENT OF WORK ENVIRONMENT IN TEACHERS OF MEDICAL UNIVERSITY

И.А. Мишкич, М.В. Чашин, Е.А. Баймаков

I.A. Mishkich, M.V. Chashchin, E.A. Baimakov

Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова, Санкт-Петербург
North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint-Petersburg

Контакт: И.А. Мишкич, e-mail: sumartin@mail.ru

В статье приведены результаты гигиенической оценки условий труда профессорско-преподавательского состава медицинских высших учебных заведений. Изучение влияния профессиональных факторов риска на состояние здоровья преподавателей показало, что наиболее значимыми среди них являются повышенная напряженность труда за счет интеллектуальных, эмоциональных и сенсорных нагрузок; повышенные уровни электромагнитных полей; недостаточная освещенность рабочих поверхностей; загрязнение воздуха химическими веществами; контакт с возбудителями инфекционных заболеваний; неблагоприятный микроклимат. Характер трудовой деятельности и интенсивность воздействия вышеперечисленных факторов диктуют необходимость усилить медико-профилактическую работу, направленную на снижение риска развития нарушений здоровья. Меры профилактики должны предусматривать улучшение условий труда путем оптимизации режимов работы, совершенствования технического обеспечения рабочих мест, усиления контроля за соблюдением производственной безопасности, а также путем совершенствования организации профилактического медицинского обслуживания профессорско-преподавательского состава в соответствии с современными тенденциями развития профилактической медицины.

Ключевые слова: профессорско-преподавательский состав, гигиеническая оценка условий труда, профессиональные факторы риска.

This study aims to understand the physical and psychosocial work environment, expectations and the perceived levels of stress encountered of teachers in high medical school and risk assessment. Post-secondary teachers instruct students in a wide variety of academic and vocational subjects beyond the high school level. They also conduct research and publish scholarly papers and books. Review of the research for this paper permits the following general conclusions: risk factors abound in the daily lives of teachers. Three common outcomes of these risk factors are stress and burnout, absenteeism, attrition, chemical and physical exposure in clinical department. There are thus many potential interventions and actions which an educational system might make to foster these protective factors. To name just a few: offer professional development activities. These might include stress management workshops, relaxation training, and time management. The more holistic approach includes nutrition, exercise, coping skills training and good medical serves. Improve working conditions.

Key words: teachers in high medical school, risk assessment, risk factors.

Введение. Преподавательский корпус высших учебных заведений Российской Федерации насчитывает более 600 000 человек. Трудовой процесс этой профессиональной группы характеризуется как интенсивный, связанный с сверхнормативными сенсорными и эмоциональными нагрузками, сочетающий в себе различные виды деятельности: обучение студентов и слушателей профессиональным знаниям, умениям и навыкам; воспитание учащихся общей и профессиональной культуре; организация и проведение научно-практических работ; административная работа, связанная с организацией учебного процесса, внеучебной работы; организация внебюджетной деятельности; дело-производство, направленное на заполнение отчетно-учетных форм, учебных планов и т.д.

В особую группу преподавателей высших учебных заведений (вуз) следует выделить работников медицинских кафедр, занятых лечебной работой на различных клинических базах. Условия труда этой профессиональной группы складываются под влиянием вышеуказанных факторов трудового процесса, имеют общие характеристики и, вместе с тем, различаются в зависимости от приборного обеспечения и направления деятельности кафедры (клиническая, теоретическая, связанная с биологическими и химическими материалами, с приборами, генерирующими различные излучения т.д.). Тяжесть и напряженность трудового процесса профессорско-преподавательского состава медицинских учреждений обуславливает широкое распространение профессиональных и профес-

сионально обусловленных заболеваний. Поэтому разработка и внедрение научно обоснованных мер первичной и вторичной профилактики для этой профессиональной группы является актуальной гигиенической задачей.

Цель исследования — получение данных для обоснования комплекса мер медицинской профилактики в современном вузе.

Материалы и методы. В 2011/12 учебном году начаты комплексные исследования факторов риска нарушения здоровья преподавателей в современных медицинских вузах. Представленные в статье материалы являются фрагментом этих исследований и посвящены идентификации профессиональных факторов риска. Объектами изучения были вредные и опасные факторы трудового процесса и преподаватели, подвергающиеся их воздействию. Исследования включали анкетирование преподавателей, анализ результатов аттестации рабочих мест по условиям труда, обобщение результатов международных исследований более чем за 20 лет по данным литературных источников по рассматриваемой теме.

Интервьюирование преподавателей было проведено по специально разработанной оригинальной анкете и включало лиц, обучающихся на циклах повышения квалификации. В исследовании приняло участие 73 преподавателя из различных субъектов Российской Федерации. Среди интервьюированных преобладали женщины (78,1%) в возрасте старше 40 лет (76,7%). Обработка полученных данных осуществлялась с помощью стандартных статистических методов в программе Epi Info 10.

Исследования выполнялась на основании данных инструментальных замеров факторов рабочей среды преподавателей медицинского вуза на 22 кафедрах в течение 4 лет (с 2007 по 2011 г.) с оценкой условий труда по гигиеническим

критериям Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» [3], на основании Постановления Министерства труда и социального развития Российской Федерации от 14 марта 1997 г. № 12 «О проведении аттестации рабочих мест по условиям труда» и приказа Минздравсоцразвития России от 31 августа 2007 г. № 569 «Об утверждении порядка проведения аттестации рабочих мест по условиям труда». В ходе аттестации измерения фактических значений вредных и опасных производственных факторов, тяжесть и напряженность труда на рабочих местах проводились аккредитованными организациями с использованием приборного оборудования, прошедшего государственную поверку. На основании полученных данных составлена 241 карта аттестации рабочих мест по условиям труда, которые явились первичным материалом для нашего исследования.

Результаты и обсуждение. Анализ литературных источников показал, что, по данным относительно небольшого числа авторов (табл. 1), труд преподавателей медицинских вузов сопряжен с интенсивным воздействием на их организм вредных профессиональных факторов. Результаты приведенных исследований были получены как с помощью субъективной оценки состояния здоровья, так и с применением инструментальных методов обследования.

Согласно полученным данным, профессиональная деятельность профессорско-преподавательского состава вузов характеризуется повышенной напряженностью труда [2], может быть отнесена к категории высоконапряженного труда с преобладанием сенсорных и интеллектуальных нагрузок, отличается эмоционально-напряженными формами умственной работы [5], высокой степенью ответственности, большим

Таблица 1

Наиболее значимые вредные и опасные факторы трудового процесса преподавателей высших учебных заведений (по данным литературы)

Вредные факторы условий труда	Авторы, год	
	Субъективные данные	Объективные данные
Повышенная напряженность трудового процесса	М.С. Микерова (2007)	Т.Г. Шиманская (2002); А.Я. Рыжов, С.В. Козин, О.О. Копарева (2005); Е.А. Денисова (2007); Е.С. Трегубова, А.С. Нехорошев (2011)
Неблагоприятный микроклимат		Т.Г. Шиманская (2002)
Недостаточная освещенность		
Контакт с возбудителями инфекционных заболеваний		
Воздействие электромагнитных полей и излучений		
Загрязнение воздуха токсичными веществами		

объемом и неравномерностью поступления информации, дефицитом двигательной активности и в ряде случаев её нерациональной организацией [7]. Одним из ведущих производственных факторов, вызывающих у преподавателей хронический стресс, является высокий уровень нервно-эмоционального напряжения [6]. В работах Е.С. Трегубовой, А.С. Нехорошева [6] и А.Я. Рыжова, С.В. Комина, О.О. Копкаревой [4] преподавательский труд оценен как сверхнапряженный и может быть отнесен к 3,2 и 3,3 классам соответственно, согласно Р2.2.2006-05 [3].

Большое гигиеническое значение имеют при оценке условий труда преподавателей физические факторы. Например, по данным М.С. Микеровой [2], шумовое загрязнение на рабочих местах отмечается у 42,3 на 100 опрошенных преподавателей, источником которого является постоянно работающая офисная техника (компьютеры, принтеры и д.р.). По данным Т.Г. Шиманской [8], в трудовой деятельности преподавателя, сочетающего педагогическую деятельность с врачебной практикой в клинике, имеет место воздействие электромагнитных полей от персональных компьютеров, а также от диагностической и лечебной аппаратуры; контактного ультразвука при проведении УЗИ; лазерного излучения при проведении физиотерапевтических процедур и хирургических вмешательств; ионизирующего (рентгеновского)

излучения от аппаратов лучевой диагностики и лучевой терапии.

Из других воздействующих физических факторов при опросе преподаватели отмечают неблагоприятный микроклимат в рабочих помещениях и неудовлетворительную световую среду. Параметры микроклимата в рабочих помещениях, по данным опроса М.С. Микеровой [2], не удовлетворяли каждого четвертого преподавателя. Они отмечали недостаточную освещенность рабочего кабинета, каждый третий – учебных аудиторий. Объективными данными в литературных источниках это не подтверждается.

Загрязнение воздуха химическими веществами на рабочих местах преподавателей было зарегистрировано на кафедрах патологической анатомии и судебной медицины.

Воздействию биологического производственного фактора (контакт с возбудителями инфекционных заболеваний) подвергаются работники кафедр хирургии, стоматологии, инфекционных болезней, дерматовенерологии, микологии, клинической лабораторной диагностики, патологической анатомии, оперативной хирургии с топографической анатомией, микробиологии [8].

Результаты интервьюирования преподавателей медицинских вузов, проведенного нами, показали (табл. 2), что профессорско-преподавательский состав больше всего беспокоят сенсорные нагрузки, среди которых особенно

Таблица 2

Результаты опроса преподавателей по оценке условий труда на их рабочих местах

Вредные факторы условий труда	Количество и удельный вес утвердительных ответов на вопрос	
	абсолютное количество	%
<i>Интеллектуальные нагрузки</i>		
Восприятие и оценка получаемой информации	20	27,4
<i>Сенсорные нагрузки</i>		
Повышенная нагрузка на голосовой аппарат	43	58,9
Необходимость длительного сосредоточения внимания	23	31,5
<i>Эмоциональные нагрузки</i>		
Высокая степень профессиональной ответственности за принятые решения	22	30,1
<i>Неблагоприятная световая среда</i>		
Недостаток естественного освещения	12	16,4
Недостаток искусственного освещения	7	9,6
<i>Неблагоприятный микроклимат</i>		
Низкая температура воздуха	12	16,4
Повышенная подвижность воздуха	16	21,9
Воздействие шума	10	13,7
Контакт с возбудителями инфекционных заболеваний	16	21,9
Наличие специфических запахов на рабочем месте	9	12,3

обращает на себя внимание повышенная нагрузка на голосовой аппарат, а также необходимость длительного сосредоточения внимания. На втором месте по распространенности находятся эмоциональные нагрузки за счет высокой степени ответственности за принятые решения, на третьем — интеллектуальные нагрузки, связанные с восприятием и оценкой получаемой информации, включающими необходимость быстрого переключения внимания, быстрого принятия решений, а также коммуникативные перегрузки. 47,5% респондентов обратили внимание на эмоциональное перенапряжение. Часть преподавателей отметили недостатки режима работы, в частности, превышение нормативов учебной нагрузки.

Неблагоприятный микроклимат чаще связывают с повышенной подвижностью воздуха на рабочих местах, а в отношении световой среды больше обращают внимание на недостаток естественного света. Беспокоит преподавателей контакт с возбудителями инфекционных болезней в процессе выполнения своих профессиональных обязанностей, а также специфические запахи на рабочем месте.

Большинство опрошенных проводят равное количество рабочего времени сидя и в движении (58,9%), однако 31,5% респондентов указали, что в основном работают сидя, а около 10% преподавателей находятся на работе преимущественно в движении. Проблемы со сном испытывает почти половина опрошенных (43,8%).

На основании проведенного анкетного опроса преподавателей рассчитан относительный риск субъективных нарушений здоровья. Результаты показали (табл. 3) наличие повышенного риска развития субъективных расстройств при воздействии ряда факторов, связанных с характером и организацией труда.

Результаты анализа материалов аттестации рабочих мест подтвердили наличие вредных профессиональных факторов у преподавателей медицинского вуза.

Объективная оценка напряженности трудового процесса преподавателей показала, что их труд классифицируется как вредный (3.1–3.2

классы условий труда согласно Р2.2.2006-05 [3]) по показателям интеллектуальных, сенсорных и эмоциональных нагрузок.

В первую очередь обращают на себя внимание интеллектуальные нагрузки, связанные с содержанием работ и распределением функций по степени сложности. Распределение функций по степени сложности задания у преподавателей всех кафедр заключается в основном в обработке, проверке и контроле задания, за исключением заведующих кафедрами, которые контролируют и проводят предварительную работу по распределению заданий другим лицам. Содержание работы преподавателей таких клинических кафедр, как внутренних болезней, лучевой диагностики связано с эвристической деятельностью, требующей решения алгоритма и единоличного руководства в сложных ситуациях. На остальных обследованных кафедрах работа включает решение сложных задач с выбором по известным алгоритмам (серия инструкций, конспекты лекций). Восприятие информации у преподавателей указанных выше клинических кафедр более сложно по сравнению с другими кафедрами, так как сопровождается последующей комплексной оценкой связанных параметров. Характер выполняемой работы преподавателей клинических кафедр отличается дефицитом времени, на остальных кафедрах преподаватели работают по установленному графику с возможной его коррекцией по ходу деятельности.

По значимости на втором месте находятся эмоциональные нагрузки. По степени ответственности за результат эмоциональные перегрузки имеют место у преподавателей почти всех кафедр. По степени риска для жизни других лиц в эмоциональном плане обращают на себя внимание преподаватели пяти кафедр: фармакологии, микробиологии, патологической физиологии, внутренних болезней и общей гигиены. По степени риска для собственной жизни эмоционально перегружены преподаватели кафедр судебной медицины, оперативной хирургии, биохимии, нормальной анатомии, лучевой диагностики и лучевой терапии.

Таблица 3

Относительный риск предъявления жалоб на состояние здоровья при воздействии различных профессиональных факторов

Факторы	Слабость, повышенная утомляемость после рабочей смены	Головные боли	Повышенная раздражительность
Эмоциональное перенапряжение	1,9 (1,1–3,26)	—	1,78 (0,98–3,21)
Превышение нормативов учебной нагрузки	1,62 (1,18–2,24)	1,94 (1,09–3,44)	—
Коммуникативные перегрузки	—	1,88 (1,07–3,31)	2,53 (1,61–4,00)
Специфические запахи	—	—	1,85 (1,05–3,27)

Среди показателей сенсорных нагрузок наиболее значимы, с гигиенической точки зрения, нагрузки на голосовой аппарат. Высока их интенсивность у преподавателей кафедр фармакологии, микробиологии, патологической физиологии и общей гигиены (до 25 наговариваемых часов в неделю — класс 3.1.), преподаватели остальных кафедр наговаривают суммарно от 16 или до 20 часов в неделю. Сенсорные перегрузки по показателю «наблюдение за экраном видеотерминалов») отмечаются у преподавателей 4 кафедр: фармакологии, микробиологии, патологической физиологии, общей гигиены (проводят за компьютером при буквенно-цифровом типе отображения информации — до 4 часов в смену, при графическом типе отображения информации — до 6 часов), лучевой диагностики (более 4 и более 6 часов в смену соответственно). Длительность сосредоточенного наблюдения за состоянием аудитории при проведении лекций и семинаров у преподавателей клинических кафедр варьируется в интервале от 51% до 75% рабочего времени, у преподавателей остальных кафедр составляет от 26% до 50% рабочего дня. Сенсорные перегрузки по показателям «размер объекта различения» и «длительности сосредоточенного внимания» отмечены только у преподавателей кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии.

Результаты аттестации рабочих мест показали превышение предельно допустимых уровней при воздействии неионизирующих электромагнитных полей и излучений на рабочих местах преподавателей восьми кафедр (медицинской информатики и статистики, нормальной физиологии, медицинской и биологической физики, латинского языка, медицинской биологии, биологической химии с курсом биорганической химии, коммунальной гигиены, лучевой диагностики). Условия труда на этих кафедрах по данному фактору были отнесены к 3.1 классу вредности и опасности.

Преподаватели проводят своё рабочее время в основном в рабочем кабинете и учебной аудитории. В ходе аттестации дана оценка искусственного освещения (освещенность рабочей поверхности и коэффициент пульсации освещенности). Результаты показали, что на десяти кафедрах (коммунальной гигиены, химии, нормальной анатомии, оперативной хирургии, иностранных языков, латинского языка, биологической химии, медицинской биологии, нормальной физиологии, медицинской информатики и статистики) освещенность рабочей поверхности не соответствует нормам, предъявляемым к данным рабочим помещениям (300 лк — для кабинетов, 400 лк — для учебных аудиторий). Установлен класс 3.1 (minкаб — 38 лк, minуч.ауд. — 71 лк). На кафедре лучевой диагностики коэффициент пульсации освещенности варьировался от 27% до 32% ($N = 15\%$), был установлен класс 3.1.

Анализ результатов замеров шума на рабочих местах показал, что уровни шума варьировались в интервале от 37 до 48 дБА, что соответствует допустимым величинам. Существенных различий по уровню шума в кабинетах преподавателей и в учебных помещениях не обнаружено.

Показатели микроклимата в рабочих помещениях преподавателей соответствовали оптимальным величинам. Температура воздуха варьировалась от 21,4°C до 23,7°C, скорость движения воздуха составляла от 0,02 м/с до 0,05 м/с, относительная влажность воздуха находилась в пределах от 33% до 74%, что соответствует требованиям СанПиН 2.2.4.548-96 относительно категории работ по уровню энергозатрат.

Исследовалось содержание в воздухе рабочей зоны токсичных веществ, отнесенных по степени воздействия на организм человека к 2–4 классам опасности. Превышение ПДК вредных веществ отмечалось на трех кафедрах. На кафедре гистологии, эмбриологии и цитологии отмечалось превышение ПДК NH_3 (58,7+11,5 мг/м³, ПДК = 20,0 мг/м³), толуола (74+16,5 мг/м³, ПДК = 50), ксилола (53+10,4 мг/м³, ПДК = 50 мг/м³), углеводородов алифатических предельных C 1–C 10 (в пересчете на C) (346+80 мг/м³, ПДК = 300 мг/м³) и был установлен класс 3.2. На кафедре нормальной анатомии концентрации $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, формальдегида превышали ПДК (2600+800 мг/м³, ПДК = 1000,0 мг/м³; 1,1+0,3 мг/м³, ПДК = 0,5 мг/м³ соответственно) и был установлен класс 3.1. На кафедре биологической химии концентрации фенола и серной кислоты превышали ПДК (1,3+0,4 мг/м³, ПДК = 0,3 мг/м³; 1,2+0,3 мг/м³, ПДК = 1 мг/м³ соответственно) и был установлен 3.1 класс.

По биологическому фактору в соответствии с п. 5.2.3 Р.2.2.2006-05 установлен класс 3.3 без проведения измерений на 4 кафедрах: судебной медицины, оперативной хирургии, патологической анатомии, нормальной анатомии (как работникам патоморфологических отделений, прозекторских, морга при клинической больнице, имеющим контакт с возбудителями инфекционных заболеваний).

При сопоставлении полученных нами данных обращают на себя внимание некоторые различия субъективной и объективной оценки условий труда профессорско-преподавательского состава медицинских вузов. Так, по нашим данным анкетного опроса, почти 2/3 преподавателей отмечают большую нагрузку на голосовой аппарат (58,9%), однако по данным аттестации рабочих мест класс 3.1 по данному фактору установлен только на 4 кафедрах. Вместе с тем, исследования Т.Г. Шиманской, выявившие достоверно чаще встречающиеся в группе врачей-преподавателей атрофические и гипертрофические фаринголарингиты ($p < 0,05$), связанные перенапряжением голосового аппарата, подтверждают большую распространенность

данного вредного профессионального фактора. По нашим данным опроса преподавателей, а также по данным опроса, проведенного ранее М.С. Микеровой, часть преподавателей обращают внимание на повышенную подвижность воздуха и низкую температуру на рабочих местах. Вместе с тем, и наши объективные данные, и данные замеров других авторов (Т.Г. Шиманская и др.) это не подтверждают.

Заключение. Резюмируя полученные нами результаты опроса и данные лабораторно-инструментальных исследований, следует отметить, что труд преподавателей современных медицинских вузов сопровождается воздействием вредных производственно-профессиональных факторов. К их числу относятся следующие:

- повышенная напряженность труда за счет интеллектуальных, эмоциональных и сенсорных нагрузок, которая более выражена у преподавателей кафедр младших курсов, а также на клинических кафедрах;
- повышенные уровни электромагнитных полей, основным источником которых является копировальная и печатающая техника;
- недостаточная освещенность рабочих поверхностей в результате дефицита естественного света;
- загрязнение воздуха химическими веществами, обладающими аллергическими, токсическими и канцерогенными свойствами;
- контакт с возбудителями инфекционных заболеваний;
- специфические раздражающие запахи на кафедрах, предусматривающих работу с биологическими и химическими материалами;
- неблагоприятный микроклимат, выявленный только в ходе опроса.

Перечисленные вредные производственно-профессиональные факторы способны повышать потенциальный и реальный риск нарушения здоровья у профессорско-преподавательского состава.

Результаты проведенной нами работы подтверждают и дополняют результаты выполненных ранее исследований и носят предварительный характер. Работа будет продолжена. Вместе с тем, уже сейчас можно сказать, что в современных медицинских вузах необходимо усилить медико-профилактическую работу, направленную на снижение риска нарушения здоровья преподавателей в связи с условиями труда. Меры профилактики должны предусматривать оптимизацию режимов работы преподавателей, совершенствование технического

обеспечения рабочих мест, усиление контроля за условиями труда преподавателей, совершенствование организации профилактического медицинского обслуживания профессорско-преподавательского состава в соответствии с современными тенденциями развития профилактической медицины.

Литература

1. *Денисова Е.А.* Особенности развития и профилактики артериальной гипертонии у работников умственного труда : автореф. дис. ... канд. мед. наук / Е.А. Денисова. — СПб., 2007. — 24 с.
2. *Микерова М.С.* Здоровье преподавателей медицинских вузов и факторы, его определяющие : автореф. дис. ... канд. мед. наук. / М.С. Микерова. — М., 2007. — 30 с.
3. *Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. Р 2.2.2006-05* // Бюлл. Нормативных и методических актов Госсанэпиднадзора. — 2005. — Вып. 3 (21). — С. 3—144.
4. *Рыжов А.Я.* Физиолого-гигиеническая характеристика труда преподавателей вуза / А.Я. Рыжов, С.В. Комин, О.О. Копкарева // Медицина труда и промышленная экология. — 2005. — № 10. — С. 36—40.
5. *Рыжов А.Я.* Количественный анализ физиологической кривой работоспособности на модели нервно-напряженного труда / А.Я. Рыжов [и др.] // Координация соматосенсорных и вегетативных функций при трудовой деятельности. — Тверь, 1994. — С. 72—83.
6. *Трегубова Е.С.* Оценка условий труда преподавателей медицинских вузов / Е.С. Трегубова, А.С. Нехорошев // Медицина труда и промышленная экология. — 2011. — № 8. — С. 29—34.
7. *Шверина Т.А.* О функциональном состоянии организма работников вуза / Т.А. Шверина, А.Я. Рыжов, О.О. Копкарева // Координация соматосенсорных и вегетативных функций при трудовой деятельности. — Тверь, 1994. — С. 98—108.
8. *Шиманская Т.Г.* Комплексная оценка состояния здоровья врачей медицинских вузов в зависимости от условий труда : автореф. дис. ... канд. мед. наук / Т.Г. Шиманская. — СПб., 2002. — 21 с.
9. *Шрейн О.П.* Преподаватель в XXI веке : рек. указ. [2000—2010 гг.] / О.П. Шрейн, Е.А. Штумпф; под ред. О.И. Ткаченко. — Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2010. — С. 4.

БРОНХИАЛЬНАЯ АСТМА КАК МАРКЕР ЭКОЛОГИЧЕСКОГО НЕБЛАГОПОЛУЧИЯ РЕГИОНА BRONCHIAL ASTHMA AS A MARKER OF ECOLOGICAL TROUBLE REGION

Е.В. Панасенкова¹, Т.И. Легонькова¹, Т.В. Косенкова²

E.V. Panasenkov¹, T.I. Legon'kova¹, T.V. Kosenkova²

¹Смоленская государственная медицинская академия, Смоленск

²Санкт-Петербургская государственная медицинская педиатрическая академия, Санкт-Петербург

¹Smolensk state medical academy, Smolensk

²Saint-Petersburg state medical pediatric academy, Saint-Petersburg

Контакт: Е.В. Панасенкова, e-mail: privetkate@yandex.ru

В статье представлены результаты исследования влияния внешних загрязнителей (поллютантов) атмосферы промышленного города на особенности формирования, течение и лечение бронхиальной астмы у детей.

Ключевые слова: дети, бронхиальная астма, внешние поллютанты, предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосфере промышленного города, уровень общего иммуноглобулина Е, базисная терапия.

The results of studies of the effect of external contaminants (pollutants) of the atmosphere of an industrial city on the features of the formation, course and treatment of bronchial asthma in children.

Key words: children, asthma, outdoor pollutants, the maximum allowable concentration of pollutants in the atmosphere of the industrial city, the level of total immunoglobulin E, basic therapy.

Введение. Эпидемиологические исследования последних лет свидетельствуют о том, что распространенность бронхиальной астмы (БА) среди населения составляет от 5 до 10% [1]. В детской популяции этот процент повышается до 5–15% и значительно превышает данные официальной статистики [2]. По данным ВОЗ, для России характерна неблагоприятная экологическая обстановка: около 15% ее территории занимают неблагоприятные экологические зоны. Только 15–20% жителей дышат воздухом, отвечающим установленным нормативам качества. Около 50 млн человек проживают в городах, где уровень загрязнения атмосферного воздуха систематически в 10 и более раз превышает предельно допустимые концентрации (ПДК) (формальдегид, свинец, диоксид серы, оксид азота) [3]. Проведенные многочисленные исследования, как в России, так и за рубежом, выявили снижение функции легких у детей, подвергавшихся воздействию выхлопных газов, дыма, повышенной влажности, вредных испарений и т.д. [4].

Цель исследования — на основании изучения клинико-иммунологических особенностей БА у детей, проживающих в разных районах промышленного города, выявить влияние экологических факторов на формирование, течение и особенности терапии заболевания.

Материалы и методы. Под наблюдением находилось 877 детей в возрасте от 6 месяцев до 18 лет, страдающих БА различной степени тяжести. Мальчиков среди обследованных было 521 (59%), девочек — 356 (41%). Легкая степень

тяжести заболевания наблюдалась у 572 (65%), среднетяжелая — у 305 (35%) обследованных. Пациентов с тяжелой формой заболевания было всего 15 человек, поэтому эта группа детей не участвовала в исследовании.

В работе использовались данные государственного доклада «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Смоленской области в 2009–2011 гг.», подготовленного Управлением Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. Нами использовались данные по выбросам загрязняющих веществ в атмосферу, таких как оксид и диоксид азота, диоксид серы, оксид углерода, ртуть, бензапирен, взвешенные вещества, фенол, формальдегид. В исследовании использовались аллергологические методы обследования: уровень общего и специфических иммуноглобулинов класса Е (IgE) в сыворотке крови методом ИФА с помощью панелей Dr. Fooke, Германия. Исследование проводилось в период ремиссии заболевания с октября по март.

Результаты и обсуждение. Обследованные дети проживали в г. Смоленске, где основными источниками загрязнения воздуха являются выбросы веществ топливно-энергетических, промышленных, транспортных, очистных предприятий, при этом 70% общего количества техногенной нагрузки города составляют суммарные выбросы автомобильного транспорта. Уровень загрязнения воздуха в целом по городу был повышен за счет бензапирена, взвешенных веществ, диоксида азота, фенола и формальдегида.

По данным 630 замеров были выделены районы города, где значительно повышены ПДК загрязняющих веществ (рис.).

Район № 1 расположен в юго-западной части г. Смоленска. В нем проживает 52,9% обследованных детей (464 ребенка), страдающих бронхиальной астмой, из них 32% пациентов со среднетяжелой формой заболевания. В районе № 1 отмечалось превышение ПДК по диоксиду азота (см. рис.).

Район № 2 — второй по величине район г. Смоленска (50 км²). В нем проживает 30,6% обследованных детей (268). При этом дети, страдающие среднетяжелой БА, составили 37%. В данном районе выявлялось превышение средней за год и максимальной разовой ПДК взвешенных веществ, максимальной разовой ПДК фенола и формальдегида (см. рис.).

Район № 3 характеризуется большой протяженностью по сравнению с другими районами города. На его территории проживают 16,6% обследованных детей (145), больных БА. Пациенты со среднетяжелой формой БА составляют 41%. В районе № 3 отмечалось превышение только максимальной разовой ПДК оксида углерода.

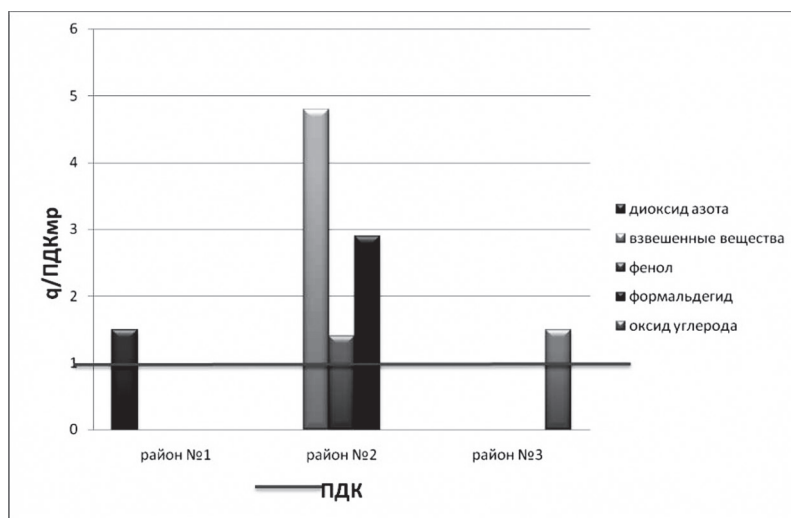
Соотнесение распределения детей с БА и районов их проживания позволило установить,

что наибольшее количество пациентов, страдающих бронхиальной астмой (83,5%), встречалось в районах, где отмечалось превышение ПДК по диоксиду азота, взвешенным веществам, фенолу и формальдегиду.

Изучение уровня общего иммуноглобулина класса Е у детей в зависимости от района проживания позволило установить, что повышение уровня общего IgE отмечено у 68% детей районов № 1 и № 2 и у 75% — района № 3. При этом самые высокие показатели IgE отмечены у пациентов, проживающих в районах № 1 и 2.

Анализ средних значений IgE позволил установить, что дети, проживающие в районах № 1 и № 2, характеризовались достоверно более высокими показателями уровня общего IgE по сравнению с пациентами, проживающими в районе № 3 (табл.).

Исследование степени выраженности сенсibilизации показало, что у детей, проживающих в районе № 1, средняя и высокая степень сенсibilизации к причинно значимым аллергенам встречалась чаще (в 1,2 раза и 1,8 раза), чем у пациентов из района № 2 (35% и 6% соответственно) и № 3 (37% и 8% соответственно). Достоверных отличий во встречаемости низкой и очень высокой сенсibilизации у обследованных детей не выявлено.



Максимальные разовые (q/ПДКмр) концентрации примесей в атмосферном воздухе в районах г. Смоленска (по данным ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Смоленской области»)

Значения общего IgE у детей с БА в зависимости от района проживания

Показатели	Район № 1 (n = 464)	Район № 2 (n = 268)	Район № 3 (n = 145)
IgE max, МЕ/мл	997,0	967,0	732,7
IgE средний, МЕ/мл	286,31±18*	256,91±46**	197,00±51***

* — достоверность различий показателей района № 1 и № 3 — 0,073;

** — достоверность различий показателей района № 2 и № 3 — 0,892;

*** — достоверность различий показателей района № 1 и № 2 — 0,011.

Заключение. Таким образом, проведенные исследования позволяют сказать, что:

— загрязнение окружающей среды оказывает влияние на реализацию бронхиальной астмы у детей;

— наиболее значимыми из аэрополлютантов в промышленном городе являются диоксид азота, взвешенные вещества, фенол и формальдегид;

— наличие в окружающем воздухе диоксида азота, взвешенных веществ, фенола и формальдегида характеризовалось более высоким уровнем общего IgE в сыворотке крови;

— пациенты, проживающие в районах с высоким уровнем загрязнения диоксидом азота, характеризовались более выраженной степенью сенсибилизации к причинно значимым аллергенам;

— бронхиальная астма у детей может служить маркером экологического неблагополучия региона.

Литература

1. Национальная программа «Бронхиальная астма у детей. Стратегия лечения и профилактика». — 3-е изд., испр. и доп. — М.: Атмосфера, 2008. — 108 с., ил.

2. Зайцева О.В. Бронхиальная астма у детей / О.В. Зайцева // РМЖ. Болезни органов дыхания. Антибиотики. — 2007. — Т. 15, № 7. — С. 582–586.

3. Дыбунова Е.Л. Влияние экологических факторов на аллергическую заболеваемость детского населения Российской Федерации : автореф. дис... канд. мед. наук / Е.Л. Дыбунова. — М.: ГУ Научный центр здоровья детей РАМН, 2008. — 26 с.

4. Lee Y.L. Effects of ambient air pollution on pulmonary function among schoolchildren / Y.L. Lee [et al.] // Int. J. Hyg. Environ. Health. — 2011. — № 214 (5). — Р. 369–375.

УДК 613.63:662.749.4

© Коллектив авторов, 2012

НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОКСИЧНОСТИ УГЛЕВОДОРОДОВ И ИХ МЕТАБОЛИТОВ В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ

NEW TECHNOLOGY FOR DETECTING TOXICITY OF ORGANIC COMPAUNDS WITH COMPLEX FORMATION ABILITY HYDROCARBONS AND THEIR METABOLITES IN THE AIR OF WORKING AREA

И.Г. Элиович¹, А.П. Захаров², А.С. Нехорошев², А.А. Дуннен²

I.G. Eliovich¹, A.P. Zaharov², A.S. Nehoroshev³, A.A. Dunnen⁴

¹ Управление Роспотребнадзора по Ленинградской области, Санкт-Петербург

² Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова, Санкт-Петербург

³ Direction of Rospotrebnadzor in Leningrad Region, Saint-Petersburg

⁴ North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint-Petersburg

Контакт: И.Г. Элиович, e-mail: 47.rospotrebnadzor.ru

Предложена новая технология оценки неспецифической токсичности органических соединений, основанная на определении комплексобразующей способности методом обращенной газовой хроматографии. Рассмотрена взаимосвязь хроматографического параметра токсичности и параметров токсикометрии при однократном ингаляционном, пероральном воздействии, а также с их физико-химическими характеристиками. Технология апробирована для определения токсичности многокомпонентных смесей нефтепродуктов, состоящих из алканов, и продуктов метаболизма в организме человека.

Ключевые слова: токсичность органических соединений с комплексобразующей способностью, обращенная газовая хроматографии, взаимосвязь параметров токсикометрии и строения.

The new technology of non-specific toxicity of organic compounds assessment was proposed. It based on of complexing ability determination by reversed gas chromatography. The interrelation of the chromatographic parameter and the parameters of toxicity after a single inhalation toximeter, oral exposure, as well as their physical and chemical characteristics. The technology has been tested to determine the toxicity of multicomponent mixtures of petroleum products, consisting of alkanes, and products of metabolism in the human body.

Key words: the toxicity of organic compounds with complexing ability, inverse gas chromatography, the relationship toximeter parameters and structure.

Введение. Система санитарно-эпидемиологического нормирования предусматривает разработку модели взаимодействия токсиканта с биосистемами организма человека, основанную на качественной и количественной оценке физико-химических факторов среды обитания. В отличие от отечественного подхода к характеристике вредных веществ [1], в современной зарубежной литературе отсутствует характеристика реакционной способности, в частности, стабильности вещественной формы токсиканта, его физико-химических свойств. Необходимые для определения токсичности физико-химические свойства не позволяют оценить взаимодействие этих частиц с макромолекулами биосистем. Впервые для оценки параметров токсичности органических веществ была предложена хроматографическая модель, поскольку процессы поступления, распределения и выделения ксенобиотиков в организме по механизму перехода через границы раздела фаз близки к хроматографическим [2, 3]. В качестве хроматографической характеристики была предложена величина отношения индексов удерживания вредного вещества на полярной и неполярной фазах, которую использовали для прогноза параметров токсичности гомологов и аналогов.

Цель исследования — разработка инновационной технологии определения токсичности органических соединений, обусловленной стадией комплексообразования между вредным веществом и фрагментом макромолекул биологических систем организма человека.

Материалы и методы состояли из индивидуальных органических веществ различных классов, чистота которых контролировалась методами газовой хроматографии, электронной молекулярной спектроскопии и протонного парамагнитного резонанса. Метод обращенной хроматографии (ОГХ), используемый для прогнозирования комплексообразующей способности токсикантов, разработан и апробирован нами [4, 5]. Для проведения процесса ОГХ может быть использован газовый хроматограф для определения физико-химических характеристик вещества: «ХЛМ-8МД».

Результаты и обсуждение. В газоабсорбционной хроматографии для ее обращенного варианта, когда тест-система (ТС) является смесью углеводородов, а в качестве жидкой фазы используют вредное вещество в поглотительном растворе удельный объем удерживания является кинетической термодинамической характеристикой равновесия пар — жидкость. Донорно-акцепторные межчастичные связи лежат в основе металл-лигандного гомеостаза организма, естественно, что они влияют на хроматографические параметры удерживания.

Метаболизм жидких алканов C_5-C_{16} наиболее изучен для гексана и гептана, которые на первой стадии окисляются при участии цитохромов P-450, B_5 - и NADPH-зависимой редуктазы до моногидроксипроизводных по всем атомам углерода с преобладанием 2-замещен-

ных продуктов. Наиболее токсичны по степени нейротоксичного действия следующие метаболиты гексана: 2,5-гександиол; 2-гексанон 2,5-гександион. Для гептана идентифицированы 2- и 3- гептаноны, 2,5- и 2,6-гептандиолы, 5- и 6- гидроксид-2-гептаноны, 6-гидроксид-3-гептанон, 2,5- и 2,6-гептандионы и γ -валеролактон. Несмотря на химическую инертность алканов, они обладают сильным наркотическим действием, которое линейно увеличивается в гомологическом ряду и превосходно описывается уравнением $\lg P = 0,266n + 0,220$, n — число СН-связей в молекуле. В связи с незначительной растворимостью алканов в воде ($\lg a = -10,97n - 3,14$; a — растворимость в мол/дм³), водных растворах и крови необходимы высокие концентрации в воздухе при ингаляции для получения токсичных содержаний алканов в биосредах. Зависимость острой ингаляционной токсичности (LC_{50}) алканов от числа СН-связей (n) превосходно отражается линейным уравнением $\lg LC_{50} = -0,169n + 7,563$, а от молярной растворимости в воде $\lg LC_{50} = -0,599\lg a + 6,887$. Увеличение токсичности алканов в гомологическом ряду связано с увеличением скорости биотрансформации в гомологическом ряду до дикетонных и других более токсичных кислородсодержащих органических соединений. Поэтому низшие алканы физиологически малоактивны, жидкие (C_5-C_{16}) оказывают умеренно раздражающее воздействие на органы дыхания, а при пероральном поступлении их токсичность также превосходно описывается соотношением $\lg LD_{50} = -0,674\lg a + 6,150$. Высшие члены гомологического ряда алканов более опасны при перкутанном поступлении в организм. Для установления корреляционной зависимости показателей ингаляционной токсичности алканов от хроматографических параметров токсичности (ХПТ), полученных методом ОГХ, необходимо было установить влияние изменения величины дисперсионных взаимодействий в гомологических рядах алканов, использованных в качестве сорбатов и сорбента. Действительно, ХПТ для гомологического ряда алканов зависит от числа СН-связей по параболическому уравнению: $ХПТ = -0,0007n^2 + 0,0394n = 0,4438$ с коэффициентом корреляции $r = 0,98$.

При комбинированном действии алканов и продуктов его окисления в организме необходимо установить применимость метода ОГХ для оценки параметров токсикометрии органических соединений с общей формулой $R_m X$, где m — номер члена гомологического ряда монофункциональных соединений. Зависимость логарифма среднесмертельной концентрации продуктов метаболизма алканов — алифатических ациклических спиртов C_1-C_{10} (мыши, 2 ч, ингаляция) от числа СН-связей (n) описывается для линейной зависимостью $\lg LC_{50} = -0,0525n + 4,8511$; с коэффициентом корреляции r , равным 0,655. Значение вклада гидроксильной группы в ин-

галационную токсичность составило 4,8511; а СН-связи в алкильном радикале — 0,0525 л.е. Коэффициент корреляции возрастает до 0,82; если использовать полином второй степени: $\lg LC_{50} = -0,0147n^2 + 0,3058n + 3,085$; при этом вклад гидроксильной группы равен 3,085. Установлено, что наркотический эффект при ингаляции органическими соединениями вначале возрастает с увеличением молярной массы, а затем падает в связи с уменьшением летучести. Однако ХПТ, характеризующий комплексобразующую способность спиртов, монотонно уменьшается с ростом числа СН-связей до гептадеканола включительно. Отклонения от линейной зависимости ХПТ = $-0,0124n + 0,6264$; ($r=0,78$) проявляют первые члены гомологического ряда, метанол и этанол. Метаболиты дегидрирования метанола и этанола обладают более высокой реакционной способностью по сравнению с другими альдегидами, пониженное значение кинетического параметра донорно-акцепторного взаимодействия тест-компонента бензена с метанолом по отношению к линейной зависимости $\lg V_b = -0,0062n - 0,0872$; ($r=0,875$) обусловлено высокой самоассоциацией молекул спирта вследствие образования межмолекулярной водородной связи.

В то же время зависимость логарифма среднесмертельной дозы (мыши, внутрибрюшно) от числа СН-связей (n) описывается для алифатических ациклических спиртов C_1-C_{17} линейной зависимостью $\lg LD_{50} = 0,0355n + 3,3741$; с коэффициентом корреляции r , равным 0,78. Значение вклада гидроксильной группы в ингаляционную токсичность составило 3,3741; а СН-связи в алкильном радикале — 0,0355 л.е. Коэффициент корреляции возрастает до 0,92; если использовать полином второй степени: $\lg LD_{50} = 0,0082n^2 - 0,1639n + 4,3141$; при этом вклад гидроксильной группы равен 4,314. При пероральном пути поступления спиртов в организм наиболее токсичным является гексанол-1, который, в отличие от спиртов C_1-C_4 , не является эндогенным продуктом живых организмов. Альдегиды в микроконцентрациях изменяют процессы метаболизма в организме человека, а в более высоких концентрациях обуславливают нейротоксические эффекты. С увеличением размера алифатического радикала снижается раздражающее и увеличивается наркотическое действие альдегидов, аналогично поведению алканов и алифатических спиртов, что объясняется их трансформацией в организме до карбонильных соединений. Сравнение изменения ХПТ и показателей токсикометрии при исследовании представителей гомологических рядов кетонов дает информацию о механизме начальной стадии взаимодействия токсикантов с активными центрами биосистем. Для летучих алифатических незамещенных кетонов увеличение числа связей углерод-водород приводит к снижению значений как ХПТ, так и $\lg LD_{50}$, который является

характеристикой острой пероральной токсичности. Минимумы ХПТ и пероральной токсичности наблюдаются у тетрадеканола и октанола соответственно. В ОГХ, где достигаются условия микроконцентраций компонентов, доля адсорбированных частиц от общей величины сорбции достигает максимума. Это отражается на величинах острой токсичности, которые зависят не только от специфических межчастичных взаимодействий, но и от проявления наркотического действия, обусловленного гидрофобным заместителем. Вклад карбонильной группы в ХПТ для летучих насыщенных кетонов составил 1,084, а СН-связи — 0,043 л.е.; вклад карбонильной группы в острую пероральную токсичность ($\lg LD_{50}$) для летучих насыщенных кетонов составил 2,798; а СН-связи 0,0731. Сравнение поведения алифатических кетонов с соответствующими алканами показывает, что ХПТ алканов C_{3-12} монотонно увеличивается в гомологическом ряду в соответствии с уравнением ХПТ = $0,0112n - 0,1606$; острая ингаляционная токсичность превосходно описывается уравнением $\lg LK_{50} = -0,169n + 7,563$; а пероральная токсичность увеличивается в гомологическом ряду в соответствии с уравнением $\lg LD_{50} = -0,1965n + 7,035$.

Заключение. В результате проведенного исследования предложена новая технология оценки неспецифической токсичности органических соединений, основанная на определении комплексобразующей способности методом обращенной газовой хроматографии. Установлены корреляционные зависимости хроматографического параметра токсичности и параметров токсикометрии при однократном ингаляционном, пероральном воздействии, а также их взаимосвязь с химическим строением, в частности, количеством СН-связей, природой функциональных групп и их физико-химическими характеристиками. Технология апробирована для определения токсичности многокомпонентных смесей нефтепродуктов, состоящих из алканов, и продуктов метаболизма в организме человека.

Литература

1. ГОСТ Р 12.1.052-97. Система стандартов безопасности труда. Паспорт безопасности вещества (материала). Основные положения. — М.: Из-во стандартов, 2012. — 12 с.
2. Захаров А.П. Теоретические основы применения обращенной газовой хроматографии в санитарно-гигиенических исследованиях / А.П. Захаров // Фундаментальные исследования в технических университетах: матер. III Всеросс. научно-технич. конф. — СПб, 1999. — С. 158–159.
5. Захаров А.П. Метод. основы применения обращенной газовой хроматографии в экологогигиеническом мониторинге / А.П. Захаров [и др.] // Экоаналитика 2000 : матер. IV Всеросс. конф. по анализу объектов окружающей среды с междунар. участием. — Краснодар, 2000. — С. 198–199.