

Май И.В.^{1,2}, Клейн С.В.^{1,2}, Вековшина С.А.¹

ОЦЕНКА НЕОБХОДИМОСТИ РЕКОНСТРУКЦИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ И УРОВЕНЬ АЭРОГЕННОГО РИСКА ДЛЯ МИНИМИЗАЦИИ УЩЕРБА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ

¹ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», ул. Монастырская, 82, Пермь, Россия, 614045

²ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», ул. Букирева, 15, Пермь, Россия, 614990

Дана оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха (по критериям экологического воздействия и аэрогенного риска здоровью населения, проживающего в зоне влияния) до и после реконструкции крупного промышленного предприятия. Установлено, что в результате технического перевооружения производства воздействие на атмосферный воздух увеличилось. Масса выбрасываемых веществ возросла на 3,33 тыс. т/год за счет увеличения массы выбросов общераспространенных примесей: оксидов азота, диоксида серы, оксида углерода и пр. Несмотря на рост валового выброса, реконструкция привела к снижению удельного выброса загрязняющих веществ на 1 тонну переработанной нефти (в 2,1 раза). Суммарный индивидуальный канцерогенный риск на границе санитаро-защитной зоны (СЗЗ) остался на предельно допустимом уровне: $7,88 \times 10^{-6}$ до реконструкции, и $2,00 \times 10^{-5}$ после реконструкции. Определено, что индексы опасности острого неканцерогенного риска развития болезней центральной нервной системы (ЦНС) снизились с 0,22 НЛас (до реконструкции) до 0,09 НЛас (после реконструкции), болезней органов дыхания — с 1,01 до 0,99 НЛас, иммунной системы — с 1,02 до 0,82 НЛас, репродуктивной системы — с 1,02 до 0,82 НЛас (соответственно). Увеличились, но остались на приемлемом уровне индексы опасности развития системных эффектов (от 0,12 до 0,19 НЛас) и заболеваний органов зрения (от 0,35 до 0,80 НЛас) при остром воздействии выбросов предприятия. Индексы опасности хронического неканцерогенного риска развития болезней всех, поражаемых выбросами предприятия органов и систем после реконструкции увеличились, но остались на приемлемом уровне ($HICr \leq 1$).

Ключевые слова: реконструкция; техническое перевооружение; нефтеперерабатывающее производство; атмосферный воздух; риск здоровью населения

May I.V.^{1,2}, Kleyn S.V.^{1,2}, Vekovshina S.A.¹ **Evaluating influence of major industrial enterprise reconstruction and airborne risk for minimizing public health damage**

¹Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Monastyrskaya Str., 82, Perm, Russia, 614015

² Perm State National Research University, Bukireva Str., 15, Perm, Russia, 614990

The authors evaluated ambient air pollution (according to criteria of ecologic influence and airborne health risk to residents near the influenced zone) before and after reconstruction of major industrial enterprise. Findings are that technical renovation of the production resulted in increased influence on the ambient air. Weight of the released chemicals increased by 3,33 thousand tons/year due to more weight of common admixtures: nitrogen oxides, sulphur dioxide, carbon oxide, etc. Despite higher overall releases, the reconstruction caused less specific releases of the chemical pollutants per 1 tonn of treated oil (2,1 times). Overall individual carcinogenic risk on the sanitary protection zone border remained at MAC: $7,88 \cdot 10^{-6}$ before reconstruction, and $2,00 \cdot 10^{-5}$ after reconstruction. Jeopardy indexes of acute noncarcinogenic risk of central nervous system development appeared to decrease from 0,22 Hiac (before reconstruction) to 0,09 Hiac (after reconstruction), of respiratory diseases — from 1,01 to 0,99 Hiac, of immune system diseases — from 1,02 to 0,82 Hiac, of reproductive system diseases — from 1,02 to 0,82 Hiac (respectively). Increase, but remaining of acceptable level, was shown by jeopardy indexes of system effects development (from 0,12 to 0,19 Hiac) and eye diseases (from 0,35 to 0,80 Hiac) under acute exposure to the enterprise releases. Jeopardy indexes of chronic noncarcinogenic risk of diseases concerning all organs and systems affected by the releases increased after reconstruction, but remaining on acceptable level ($HICr \leq 1$).

Key words: reconstruction; technical renovation; oil processing industry; ambient air; public health risk

Введение. В стратегии национальной безопасности России [10] отмечается, что экономическую безопасность страны можно обеспечить только путем развития промышленно-технологической базы, модернизации и развития приоритетных секторов национальной экономики. К последним относится

и нефтеперерабатывающая промышленность [4,12]. В настоящее время в России глубина переработки углеводородного сырья не всегда соответствует мировым уровням, высок физический износ основных фондов действующих нефтеперерабатывающих производств при низких темпах их обновления, на более

чем 70% объектов отрасли используются технологии, разработанные в 60–80-е годы XX века. Все это свидетельствует об актуальности технологического перевооружения российских предприятий нефтехимической промышленности, реконструкции и модернизации их мощностей [7,12].

Планом развития газонефтехимии до 2030 г. [9] и Стратегией развития химического и нефтехимического комплексов до 2030 г. [11] предусмотрены мероприятия по техническому перевооружению и модернизации действующих предприятий, а также создание новых, экономически эффективных, ресурсо- и энергосберегающих и экологически безопасных нефтехимических производств.

Существенные финансовые вложения требуют оценки их потенциальной эффективности и результативности не только с позиций экономики и финансов, но и позиций роста или снижения рисков для окружающей среды и здоровья населения, постоянно проживающего в зонах влияния реконструируемых предприятий. Последнее представляется крайне актуальным, поскольку целым рядом исследований установлено, что объекты нефтепереработки и нефтехимии могут формировать значительные, в том числе недопустимые риски для здоровья жителей прилегающих территорий [1–3,5,6,8].

Цель исследования: оценить уровень загрязнения атмосферного воздуха (по критериям экологического воздействия и аэрогенного риска здоровью населения, проживающего в зоне влияния) до и после реконструкции крупного промышленного предприятия.

Материалы и методы. В качестве объекта исследования было выбрано крупное промышленное предприятие — нефтеперерабатывающий завод, специализирующийся на выпуске топлива и компонентов масел, расположенный на юго-востоке европейской части РФ в городе с населением более 1 млн человек.

Нефтеперерабатывающий завод (НПЗ) был введен в эксплуатацию в середине XX века. НПЗ относится к предприятиям средней мощности по переработке нефтяного сырья.

Ассортимент продукции, выпускаемой предприятием, насчитывает около 70 наименований нефтепродуктов: высокооктановые автомобильные бензины и дизельное топливо стандарта ЕВРО–5, битумы, сжиженные газы, нефтяные коксы, в том числе прокаленный вакуумный газойль, базовые масла для производства товарных масел и пр.

После реконструкции и технического перевооружения показатели деятельности завода значительно улучшились: объем переработки нефти возрос с 8 до 12,6 млн т/год; увеличено производство моторных топлив, полностью соответствующих стандарту ЕВРО–5, в 3 раза уменьшены безвозвратные потери нефти, глубина переработки нефти составила 93%, что выше средних показателей по стране (74%).

В соответствии с действующей санитарной классификацией (СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200–03) рассма-

триваемый НПЗ относится к предприятиям 1 класса опасности (раздел 7.1.1 «Химические объекты и производства» п. 13–«Производство по переработке нефти, попутного нефтяного и природного газа»). Размер санитарно-защитной зоны предприятия установлен Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации. Граница установленной санитарно-защитной зоны предприятия является описывающей границ сокращенных СЗЗ всех трех промышленных площадок предприятия.

Для получения максимальных разовых концентраций в расчетных точках на границе СЗЗ предприятия выполнялись расчеты рассеивания с использованием УПРЗА «Эколог» вариант «Стандарт» с учетом влияния застройки, версия 3.1. Константа целесообразности проведения расчетов задана уровнем 0,00001. При расчетах осуществлялся стандартный перебор по скоростям ветра (0,5 и 7 м/с; 0,5, 1 и 1,5 доли средне-взвешенной скорости) и перебор по направлениям от 0 до 360° через 10° для установления наихудших метеоусловий для каждой точки (уточненный перебор). Метеорологические характеристики территории исследования и фоновые концентрации загрязняющих веществ были предоставлены территориальным органом Росгидромета.

Для расчетов среднегодовых концентраций использовался программный модуль «Эколог-средние», метеоданные для которого были получены в виде метеофайла от ГГО им. А.И. Воейкова.

Исходная информация для выполнения расчетов рассеивания была предоставлена отделом экологии предприятия в виде томов ПДВ, инвентаризации источников выбросов, а также проектной документации на реконструкцию и модернизацию производства.

Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха на границе установленной санитарно-защитной зоны предприятия выполнена с учетом требований действующих нормативно-методических документов: СанПиН 2.1.6.1032–01 «Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест», ГН 2.1.6.1338–03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест», ГН 2.1.6.2309–07 «Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест».

Оценка аэрогенного риска здоровью населения при воздействии химических веществ, содержащихся в выбросах нефтеперерабатывающего завода, выполнена в соответствии с «Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» (Р 2.1.10.1920–04).

Результаты и их обсуждение. Исследование показало, что до реконструкции на территории предприятия было расположено более 1,5 тысяч стационарных источников выбросов, от которых в атмосферный воздух поступало 76 химических веществ и 14 групп

веществ, обладающих эффектом суммации. Валовый выброс в атмосферу от источников предприятия составлял более 20,5 тыс. т/год (более 1,34 кг/с). В выбросах предприятия присутствовало 4 вещества 1 класса опасности (ртуть металлическая, свинец, хром (VI), бенз(а)пирен), 19 веществ 2 класса опасности, 19 веществ 3 класса и 15 веществ 4 класса опасности.

Анализ проектной документации на реконструкцию и модернизацию производства позволил выделить

три основных этапа реконструкции рассматриваемого предприятия:

1 этап: строительство комбинированной установки электрообессоливания и атмосферно-вакуумной перегонки нефти; реконструкция установки первичной переработки нефти; оборудование одного из блоков топливного производства узлом аминовой очистки рефлюкса от сероводорода; реконструкция установки селективной очистки масляных дистиллятов фенолом;

Таблица 1

Расчетные максимальные концентрации приоритетных загрязняющих веществ на границе СЗЗ НПЗ, доли ПДК_{м.р.}

Код в-ва	Вещество	Расчетная максимальная концентрация (доли ПДК)			
		до реконструкции	после этапа реконструкции		
			1-го	2-го	3-го
301	Диоксид азота (азот (IV) оксид)	0,05	0,59	0,61	0,70
303	Аммиак	0,38	0,38	0,38	0,38
330	Диоксид серы (ангидрид сернистый)	0,06	0,29	0,37	0,47
333	Дигидросульфид (сероводород)	0,99	0,96	0,98	0,99
415	Смесь углеводородов предельных C ₁ -C ₅	0,40	0,07	0,14	0,24
416	Смесь углеводородов предельных C ₆ -C ₁₀	0,26	0,03	0,09	0,15
501	Пентилены (амилены)	0,42	0,06	0,17	0,43
602	Бензол	0,44	0,35	0,44	0,49
616	Диметилбензол (ксилол)	0,36	0,15	0,26	0,37
621	Метилбензол (толуол)	1,00	0,27	0,37	0,70
1071	Гидроксибензол (фенол)	0,77	0,62	0,78	0,80
2732	Керосин	0,44	0,42	0,48	0,49
2735	Масло минеральное нефтяное	1,00	0,61	0,69	0,69
2754	Углеводороды предельные C ₁₂ -C ₁₉	0,89	0,88	0,89	0,91
3401	Метилдиэтаноламин	-	0,58	0,64	0,64

Таблица 2

Результаты оценки риска для здоровья населения на границе СЗЗ от воздействия выбросов НПЗ с учетом реконструкции и технического перевооружения производства

Поражаемые органы и системы	Риск здоровью населения			
	До реконструкции	после этапа реконструкции		
		1-го	2-го	3-го
Суммарный индивидуальный канцерогенный риск (СР)				
Онкологические заболевания	от 7,88×10 ⁻⁶ до 2,44×10 ⁻⁵	от 3,41×10 ⁻⁶ до 1,76×10 ⁻⁵	от 5,65×10 ⁻⁶ до 2,00×10 ⁻⁵	от 5,78×10 ⁻⁶ до 2,00×10 ⁻⁵
Индексы опасности (НИас) острого неканцерогенного риска				
Центральная нервная	от 0,06 до 0,22	от 0,04 до 0,11	от 0,03 до 0,09	от 0,03 до 0,09
Органы дыхания	от 0,61 до 1,01	от 0,47 до 0,76	от 0,20 до 1,00	от 0,49 до 0,99
Репродуктивная	от 0,28 до 1,02	от 0,16 до 0,70	от 0,14 до 0,63	от 0,17 до 0,82
Органы зрения	от 0,17 до 0,35	от 0,16 до 0,36	от 0,20 до 0,78	от 0,40 до 0,80
Иммунная	от 0,28 до 1,02	от 0,15 до 0,70	от 0,14 до 0,64	от 0,17 до 0,82
Системные эффекты	от 0,04 до 0,12	от 0,01 до 0,19	от 0,01 до 0,19	от 0,01 до 0,19
Индексы опасности (НИсг) хронического неканцерогенного риска				
Центральная нервная	от 0,05 до 0,16	от 0,19 до 0,61	от 0,12 до 0,50	от 0,18 до 0,52
Органы дыхания	от 0,17 до 0,37	от 0,35 до 0,92	от 0,13 до 0,48	от 0,46 до 0,99
Печень	от 0,05 до 0,35	от 0,10 до 0,47	от 0,07 до 0,44	от 0,12 до 0,78
Кроветворная	от 0,05 до 0,13	от 0,10 до 0,30	от 0,06 до 0,31	от 0,14 до 0,36
Репродуктивная	от 0,03 до 0,10	от 0,03 до 0,17	от 0,05 до 0,20	от 0,03 до 0,36
Сердечно-сосудистая	от 0,04 до 0,12	от 0,05 до 0,22	от 0,06 до 0,21	от 0,07 до 0,26
Иммунная	от 0,04 до 0,11	от 0,03 до 0,18	от 0,05 до 0,20	от 0,06 до 0,21

реконструкция установки деасфальтизации; строительство блока регенерации аминного раствора;

II этап: строительство комплекса глубокой переработки вакуумного газойля;

III этап: монтаж резервуарного парка дизельного топлива с насосной; реконструкция кольца топливного и природного газа; реконструкция системы сброса и очистки стоков; строительство установки фракционирования остатка гидрокрекинга для производства масел.

Реконструкция исследуемого предприятия привела к демонтажу (или ликвидации) 253 источников выбросов загрязняющих веществ.

Вместе с тем на предприятии появились собственные энергетические мощности, что привело к увеличению массы выбрасываемых веществ за счет выбросов общераспространенных примесей: оксидов азота (на 345,6 т/год), серы диоксида (на 1190,9 т/год) и углерода оксида (на 328,8 т/год). Выбросы канцерогенно опасных химических веществ, которые образуются в результате переработки нефти (бензол, этилбензол, масло минеральное нефтяное и пр.), остались на прежнем уровне или выросли незначительно.

Изменилось не только количество, но и номенклатура выбрасываемых источниками НПЗ загрязняющих веществ. Мероприятия по модернизации позволили исключить из выбросов такие примеси как железа оксид, марганец и его соединения, ртуть, хром шестивалентный, цинка оксид, фториды газообразные, проп-2-ена тример, трихлорэтилен, бутилен, ацетон, анилин, N-метиланилин, моноэтанолламин, пыль абразивная и пр.

Реализация мер по реконструкции и перевооружению НПЗ привела к снижению в 2,1 раза удельного выброса загрязняющих веществ на 1 тонну переработанной нефти с 1,5 кг/т в 2009 г. до 0,71 кг/т в 2015 г.

Гигиеническая оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха на границе санитарно-защитной зоны НПЗ по результатам расчетов рассеивания с учетом фонового загрязнения показала, что максимальные концентрации всех загрязняющих веществ до и после каждого этапа реконструкции соответствовали гигиеническим нормативам содержания в атмосферном воздухе. Максимальные концентрации приоритетных загрязняющих веществ на границе СЗЗ НПЗ представлены в табл. 1.

Среднегодовые концентрации некоторых приоритетных веществ снизились (бензол — на 0,0015 мг/м³, углеводороды предельные — на 0,4751 мг/м³, толуол — на 0,0052 мг/м³, ксилол — на 0,0017 мг/м³), а по ряду веществ выросли (азота диоксид — на 0,0051 мг/м³, серы диоксид — на 0,0073 мг/м³) или остались на прежнем уровне (сероводород — 0,0002 мг/м³) [7,8].

Изменение концентраций загрязняющих веществ объясняется появлением собственной энергетической установки на предприятии, изменением расположения источников выбросов на территории промышленной площадки (перемещением вглубь промышленной площадки источников, создающих наиболее высокие концентрации загрязняющих веществ), существенными изменениями технологий переработки сырья.

Оценка риска здоровью населения показала (табл. 2), что суммарный индивидуальный канцерогенный риск на границе санитарно-защитной зоны НПЗ, с учетом всех этапов реконструкции и технического перевооружения производства, остался на уровне предельно допустимого и составил после реконструкции $2,00 \times 10^{-5}$ ($7,888 \times 10^{-6}$ — до реконструкции).

Определено, что основной компонент, формирующий уровень канцерогенного риска для населения на границе СЗЗ, — бензол (СР до $1,99 \times 10^{-5}$). Выявленные уровни индивидуального риска в течение всей жизни (более 1×10^{-6} , но менее 1×10^{-4}) подлежат постоянному контролю. В этой связи предприятию было рекомендовано включить бензол в программу производственного контроля.

Установлено, что индексы опасности острого неканцерогенного риска развития болезней центральной нервной системы снизились с 0,22 НІас (до реконструкции) до 0,09 НІас (после реконструкции), болезней органов дыхания — с 1,01 до 0,99 НІас, иммунной системы — с 1,02 до 0,82 НІас, репродуктивной системы — с 1,02 до 0,82 НІас соответственно.

Увеличились в результате реконструкции, но остались на приемлемом уровне индексы опасности развития системных эффектов (с 0,12 до 0,19 НІас) и заболеваний органов зрения (с 0,35 до 0,80 НІас) при остром воздействии выбросов предприятия.

Приоритетными веществами, формирующими опасность развития патологии при остром ингаляционном воздействии выбросов НПЗ, являлись гидроксид натрия (НҚ до 0,80), диоксид азота (НҚ до 0,22), диоксид серы (НҚ до 0,35) и бензол (НҚ до 0,82).

Индексы опасности хронического неканцерогенного риска развития болезней всех поражаемых выбросами предприятия органов и систем после реконструкции увеличились на 27,8–52,4%, но остались на приемлемом уровне (НІср ≤ 1).

Установлено, что при хроническом воздействии веществ, выбрасываемых источниками нефтеперерабатывающего предприятия, основной вклад в формирование патологии вносили сероводород (НҚ до 0,25), углеводороды предельные С₆ — С₁₀ (НҚ до 0,29), бензол (НҚ до 0,20) и керосин (НҚ до 0,72).

Выводы:

1. Методология оценки риска для здоровья населения — важным инструментом, позволяющий оценить потенциальные последствия для здоровья населения новых технологических и технических мероприятий и, как следствие, увеличения мощностей промышленных предприятий.

2. Рост массы выбросов загрязняющих веществ не всегда влечет за собой увеличение рисков для здоровья жителей прилегающих к предприятию селитебных территорий, может являться информационной основой снижения социальной напряженности на территориях с высокой производственной нагрузкой, формировать имидж экологически ответственных хозяйствующих субъектов, а также вести диалог с гражданским обществом.

3. Выделение приоритетных химических веществ, которые вносят наибольшие вклады в риски для здоровья, количественная характеристика этих вкладов и уровней риска, позволяют производственным объектам видеть перспективы и ограничения развития, принимать соответствующие решения в части реализации природоохранных или санитарно-гигиенических мероприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авалиани С.Л., Балтер Б.М., Ревич Б.А., Фаминская М.В. Системный анализ модельного риска для здоровья населения от загрязнения воздуха нефтеперерабатывающими предприятиями. 1. Выбросы и риски // Ученые записки Российского государственного социального университета (РГСУ). — 2012. — № 3 (103). — С. 120–134.

2. Авалиани С.Л., Балтер Б.М., Ревич Б.А., Фаминская М.В. Системный анализ модельного риска для здоровья населения от загрязнения воздуха нефтеперерабатывающими предприятиями. 2. Источники и пространственные факторы // Ученые записки РГСУ. — 2012. — № 3 (103). — С. 135–142.

3. Горяев Д.В., Тихонова И.В. Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха и риски для здоровья населения Красноярского края // Анализ риска здоровью. — 2016. — № 2. — С. 76–83. DOI: 10.21668/health.risk/2016.2.09.

4. Капустин В.М. Проблемы модернизации и реконструкции нефтехимических производств России / В кн.: Современное состояние и перспективы инновационного развития нефтехимии: материалы IX Междунар. научно-практич. конф. — 2016. — С. 8.

5. Кенесариев У.И., Досмухаметов А.Т., Кенесары Д.У., Кенжебаев А.Ф. Оценка риска здоровью населения при воздействии выбросов Карачаганакского нефтегазоконденсатного месторождения по данным расчетных и инструментальных исследований // Анализ риска здоровью. — 2013. — № 4. — С. 46–53. DOI: 10.21668/health.risk/2013.4.06.

6. Май И.В., Евдосhenko В.С., Чиркова А.А. Оценка и минимизация риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих среду обитания в зоне влияния объектов нефтедобычи. // Здоровье населения и среда обитания. — 2012. — № 5. — С. 17–19.

7. Михайлов Л.М. Актуальные проблемы развития нефтехимической отрасли России // Транспортное дело России. — 2011. — № 8. — С. 123–125.

8. Онищенко Г.Г. Оценка и управление рисками для здоровья как эффективный инструмент решения задач обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения РФ // Анализ риска здоровью. — 2013. — № 1. — С. 4–14. DOI: 10.21668/health.risk/2013.1.01.

9. План развития газо- и нефтехимии России на период до 2030 года, утв. приказом Министерства энергетики РФ от 1.03.2012 г.

10. Стратегия национальной безопасности РФ, утв. Указом Президента РФ от 31.12.2015 г. № 683.

11. Стратегия развития химического и нефтехимического комплекса на период до 2030 года, утв. приказом Минпромторга России и Минэнерго России от 8.04.2014 г. № 651/172

12. Фазлиева Ю.Н., Сагдеева А.А. Стратегия модернизации нефтехимического комплекса России в контексте использования углеводородного сырья // Вестник Казанского технологического университета. — 2013. — Т. 16. — № 21. — С. 295–297.

REFERENCES

1. 1. Avaliani S.L., Balter B.M., Revich B.A., Faminskaya M.V. System analysis of model risk for public health from air pollution by oil refineries. 1. Emissions and Risks // Uchenye zapiski Rossiyskogo gosudarstvennogo socialheskoi universiteta. — 2012. — Vol. 103. — 3. — P. 120–134. (in Russian).

2. Avaliani S.L., Balter B.M., Revich B.A., Faminskaya M.V. System analysis of model risk for public health from air pollution by oil refineries. 2. Sources and spatial factors // Scientific notes of the Russian State Social University. — 2012. — Vol. 103. — 3. — P. 135–142. (in Russian).

3. Goryaev D.V., Tikhonova I.V. Hygienic evaluation of ambient air quality and public health risks in Krasnoyarsk area // Analiz riska zdorov'yu. — 2016. — 2. — P. 76–83 DOI: 10.21668/health.risk/2016.2.09 (in Russian).

4. Kapustin V.M. Problems of modernization and reconstruction of petrochemical production in Russia / In: Contemporary state and prospects of innovation development of petrochemistry: materials of IX international scientific and practical conference. — 2016. — 8 p. (in Russian).

5. Kenesariyev U.I., Dosmukhametov A.T., Kenesary D.U., Kenzhebaev A.F. Evaluation of public health risk from releases by Karachaganakskiy oil-gas condensate field, according to data of calculations and instrumental studies // Analiz riska zdorov'yu. — 2013. — 4. — P. 46–53. DOI: 10.21668/health.risk/2013.4.06 (in Russian).

6. May I.V., Evdoshenko V.S., Chirkova A.A. Evaluation and minimization of public health risk under exposure to chemicals polluting environment in area influenced by oil extraction objects // Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya. — 2012. — 5. — P. 17–19 (in Russian).

7. Mikhaylov L.M. Topical problems of petrochemical industry in Russia // Transportnoe delo Rossii. — 2011. — 8. — P. 123–135 (in Russian).

8. Onishchenko G.G. Evaluation and management of health risks as effective instrument of solving problems in sanitary epidemiologic well-being on population in Russian Federation // Analiz riska zdorov'yu. — 2013. — 1. — P. 4–14. DOI: 10.21668/health.risk/2013.1.01 (in Russian).

9. Plan of gas and petrochemical industry development in Russia over a period to 2030, approved by Order of Energy Ministry of Russian Federation on 1 March 2012 (in Russian).

10. Strategy of national security of Russian Federation, approved by Order of RF President on 31 December 2015 N 683 (in Russian).

11. Strategy of chemical and petrochemical complex development over a period to 2030, approved by Order of RF Minpromtorg and Minenergo on 8 April 2014 N 651/172 (in Russian).

12. Fazlieva Yu.N., Sagdeeva A.A. Strategy of petrochemical complex modernization in Russia in context of hydrocarbon stock

usage // Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. — 2013. — Vol 16. — 21. — P. 295–297 (in Russian).

Поступила 21.04.2017

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Май Ирина Владиславовна (May I.V.),

зам. дир. по науч. раб. ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», проф. каф. экологии человека и безопасности жизнедеятельности Пермского государственного национального исследовательского ун-та, д-р биол. наук. E-mail: may@fcrisk.ru.

Клейн Светлана Владиславовна (Kleyn S.V.),

зав. отд. соц.-гигиенич. мониторинга ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», доц. каф. экологии человека и безопасности жизнедеятельности Пермского государственного национального исследовательского ун-та, канд. мед. наук. E-mail: Kleyn@fcrisk.ru.

Вековишина Светлана Анатольевна (Vekovshinina S.A.),

зав. лаб. методов оценки соответствия и потребительских экспертиз ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения». E-mail: veksa@fcrisk.ru.

УДК 613.64:616.717-057

Долгих О.В.^{1,2,3}, Старкова К.Г.¹, Кривцов А.В.¹, Бубнова О.А.¹, Дианова Д.Г.¹, Отавина Е.А.¹, Гусельников М.А.¹

ОСОБЕННОСТИ ИММУННОГО СТАТУСА РАБОТАЮЩИХ НА ПРОИЗВОДСТВЕ ФТАЛЕВОГО АНГИДРИДА

¹ ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», ул. Монастырская, 82, г. Пермь, Россия, 614015

² ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», ул. Букирева, 15, Пермь, Россия, 614990

³ ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», пр-т Комсомольский, 29, Пермь, Россия, 614990

Обследование работающих на производстве фталевого ангидрида выявило достоверные по отношению к норме и группе сравнения изменения показателей иммунорегуляции: снижение фагоцитарной активности по критерию «относительный фагоцитоз», дефицит сывороточных иммуноглобулинов IgG, гиперпродукция специфических антител IgE к фталевому ангидриду (по его метаболиту фталевой кислоте). Установлено достоверное по отношению к группе сравнения снижение экспрессии CD95 T-клеточных рецепторов, а также нарушение процесса запуска и регуляции апоптоза через изменение экспрессии TNFRI (гиперпродукция) ($p < 0,05$). Установлены повышенная продукция внутриклеточных регуляторных белков bcl-2 и Bax, а также дефицит транскрипционного фактора p53, достоверно измененные по отношению к группе сравнения ($p < 0,05$). Полученные результаты указывают на ключевые особенности иммунной регуляции у работающих на производстве фталевого ангидрида, проявляющиеся активацией процессов естественной клеточной гибели иммуноцитов и специфической сенсibilизацией к фталевому ангидриду.

Ключевые слова: фталевый ангидрид; фагоцитоз; иммуноглобулины; CD-маркеры; апоптоз

Dolgikh O.V.^{1,2,3}, Starkova K.G.¹, Krivtsov A.V.¹, Bubnova O.A.¹, Dianova D.G.¹, Otavina E.A.¹, Guseynikov M.A.¹
Immune state features of workers engaged into phthalic anhydride production

¹Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Monastyrskaya Str., 82, Perm, Russia, 614015

² Perm State National Research University, Bukireva Str., 15, Perm, Russia, 614990

³ Perm State National Research Polytechnical University, Komsomolsky Pr., 29, Perm, Russia, 614990

Examination of workers engaged into phthalic anhydride production revealed reliable changes of immune regulation parameters (if compared to normal and reference group values): decreased phagocytic activity according to "relative phagocytosis" criterion, deficit of serum IgG, hyperproduction of specific IgE antibodies to phthalic anhydride (by its metabolite — phthalic acid). Findings are reliable (if compared to the reference group) decrease of CD95 T-cell receptors expression, disordered launch and regulation of apoptosis via changed expression of TNFRI (hyperproduction) ($p < 0,05$). Findings also included increase intracellular regulatory proteins bcl-2 and Bax production, deficiency of transcription