

НАУЧНЫЕ ОБЗОРЫ

УДК 614.7

И.В. Донских

ВЛИЯНИЕ ФТОРА И ЕГО СОЕДИНЕНИЙ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ (ОБЗОР ДАННЫХ ЛИТЕРАТУРЫ)

Управление Роспотребнадзора по Иркутской области (Иркутск)

В статье приводятся данные о токсических эффектах фтора и изменении под его влиянием здоровья детской популяции и населения в целом. Обобщены современные данные о влиянии природного и техногенного фтора и его соединений на здоровье различных групп населения. Приводятся результаты исследований в зонах размещения алюминиевых производств в РФ, показано, что приоритетными специфическими загрязняющими веществами на экспонированной территории являются соединения фтора, среднегодовые концентрации которых составляют в атмосферном воздухе 6,2–1,4 ПДК, в почве 5,9–11 ПДК. Коэффициент опасности газообразного фтора составил (QH) = 1,1, риск патологии костно-мышечной системы (IH) = 1,9.

Средние уровни фтора в биосубстратах детей, проживающих в промышленных центрах, выше референтных величин, предложенных в документах ВОЗ. Анализ совместного действия факторов окружающей среды (дефицит йода и фтористое загрязнение) показал, что избыточное поступление фтора в организм является одной из причин увеличения щитовидной железы у детей. Установлено, что соединения фтора проникают через плаценту, накапливаются в организме плода и оказывают токсическое действие в постэмбриональный период, вызывая ухудшение кровоснабжения, торможение деления клеток пластинки роста костей, ослабление функциональной активности остеокластов и остеобластов, результатом чего является замедление роста костей и в длину, и в толщину.

Таким образом, вне зависимости от путей поступления и/или условий воздействия, фтор, попадая в организм человека, оказывает токсическое воздействие на целый комплекс органов и систем, включая кардиореспираторную, нейроэндокринную, костно-мышечную системы. Изучение влияния фтора и его соединений на здоровье населения является важной задачей, позволяющей наметить пути профилактики и коррекции негативного воздействия.

Анализ новых результатов исследований позволил выявить направления дальнейших исследований.

Ключевые слова: фтор, токсическое влияние фтора, заболеваемость населения

THE INFLUENCE OF FLUORINE AND ITS COMPOUNDS ON PEOPLE'S HEALTH (LITERATURE REVIEW)

I.V. Donskikh

Board of Russian Consumer Supervision in Irkutsk region, Irkutsk

The objective of this article is to analyse fluorine's toxic effect on the health of children's population and population in general. Here are summarized the up-to-date data about the influence of natural and anthropogenic fluorine and its compounds on the health of different population groups. The researches conducted in zones of placement of aluminum productions in the Russian Federation, showed that priority specific polluting substances in the exhibited territory are compounds of the fluorine which average annual concentration make in atmospheric air of 6,2–1,4 maximum concentration limits, in the soil of 5,9–11 maximum concentration limits. The coefficient of danger of gaseous fluorine made (QH) = 1,1, risk of pathology of bone and muscular system (IH) = 1,9. It is established that compounds of fluorine get through a placenta, collect in an organism of a fruit and have toxic effect during the post-embryonic period, causing blood supply deterioration, braking of cell fission of a plate of growth of bones, easing of functional activity osteoclasts and osteoblasts, result of that is delay of growth of bones both in length, and thickness. The average levels of fluorine in biosubstrata of children living in industrial centers, above the reference sizes offered in documents of WHO. The analysis of joint action of factors of environment (lack of iodine and fluorine pollution) showed that excess intake of fluorine in an organism is one of the reasons of increase in a thyroid gland at children.

Thus, regardless of ways of receipt and/or influence conditions, fluorine, getting to a human body, makes toxic impact on the whole complex of bodies and systems, including cardiorespiratory, neuroendocrine, bone and muscular systems. Studying of influence of fluorine and its connections on health of the population is the important task, allowing to plan ways of prevention and correction of negative impact.

Analysis of new results of researches allowed to reveal the direction of future explorations.

Key words: fluorine, fluorine's toxic influence, morbidity of population

Фтор (F) широко распространен в природе, в окружающей среде встречается практически повсеместно: в воде, почве, пищевых продуктах, напитках, в стоматологической продукции.

Среднее по земному шару содержание фтора в поверхностном слое разных типов почв, оценивается в 320 мг/кг сухой массы, а в почвах США – 360 мг/кг, Великобритании – 266, ФРГ – 460, Японии – 370,

России – 200 мг/кг сухой массы [16]. Для большинства нормальных почв его содержание измеряется в пределах 150–400 мг/кг сухой массы. Средняя концентрация фтора в природных водах колеблется от 0,01 до 27 мг/л. Содержание фторидов в поверхностных водах может варьироваться в зависимости от близости источников промышленности, а так же наличия в регионах геотермальных и вулканических источников. В некоторых озерах Восточно-Африканской долины, концентрации фтора достигают 2800 мг/л [16].

В свободном состоянии фтор представляет собой бледный желто-зеленый двухатомный газ, но очень редко встречается в таком виде в природе, так как является химически активным и вступает в реакцию с большим количеством химических элементов [27, 29]. По токсикологическим характеристикам фтористые соединения подразделяют: на элементарный фтор, фторорганические и неорганические соединения фтора. Элементарный фтор получают путем электролиза расплава гидрофторида калия, используя для получения трифторида хлора, фторопластов, смазочных масел и др. Фторорганические соединения представляют собой огромный класс ксенобиотиков, широко используемых в промышленности, сельском хозяйстве, машиностроении, химическом синтезе, медицине. Промышленными источниками неорганических фторидов являются: производство алюминия и суперфосфатных удобрений, электростанции, работающие на угле, а так же сталелитейные, кирпичные, стекольные, керамические, цементные, эмалевые заводы, объекты атомной промышленности [16, 17]. Перфторированные химические вещества (ПФВ) имеют широкий спектр применения в производстве различных промышленных и коммерческих продуктов, такие как фторполимеры, поверхностно-активные вещества (ПАВ), эмульгаторы, антипригарные покрытия и др. [49].

Техногенное загрязнение фтором, наиболее актуально для Российской Федерации, несовершенство системы производства алюминиевого сырья, является основным источником загрязнения целого ряда объектов окружающей среды [11]. В отличие от зарубежных заводов по производству первичного алюминия для отечественных предприятий характерны высокая концентрация производства и сравнительно низкий уровень утилизации выделяющихся вредных веществ. В настоящее время в Российской Федерации колоссальным источником загрязнения атмосферного воздуха фтором является алюминиевая промышленность. Российские заводы являются мировыми лидерами по производству алюминия с общим количеством выпускаемого первичного алюминия 3 966 350 тонн в год. На сегодняшний день Красноярский и Братский алюминиевые заводы, построенные более 40 лет назад, являются самыми крупными в мире и обеспечивают 57 % российского и 7 % мирового производства алюминия [6, 25]. Всего в атмосферный воздух населенных мест предприятиями по производству алюминия выбрасывается около 60 тыс.т. паргазообразных и твердых примесей, из них с содержанием фтора – 4 тыс.т. в год, в котором

доля газообразного фтора составляет почти 50 % [7]. Наиболее неблагоприятное действие выбросы алюминиевой промышленности оказывают на расстоянии 0,5–1,5 км от заводов, твердые частицы с содержанием фтора оседают на расстоянии до 5 км, а газообразные соединения обнаруживаются и в 30 км от источника [17]. В сточных водах алюминиевых заводов содержание фтора колеблется от 10 до 190 мг/л [28].

Исследования фторидов в атмосфере населенных пунктов США показали уровень их концентрации от 0,02 до 2,0 мкг/м³. ПДК для производственных условий США составляют для фтористого водорода 2,5 мг/м³ и для фтора 2,0 мг/м³.

В организме взрослого человека содержится около 2,5–3 г фтора. Суточная потребность во фторе взрослого человека составляет 1,5–5,0 мг. Национальная академия наук США считает безопасным прием в день от 1,5 до 4 мг фторида. Изучение влияния, ежедневного поступления фтора в организм человека, является актуальной проблемой и вызывает неподдельный интерес у ученых всего мира. Большое внимание зарубежные авторы научных статей уделяют вопросам влияния фтора на здоровье детского населения как наиболее восприимчивой группы, особенно при изучении формирования кариеса и флюороза. Интерес к этой проблеме не случаен, так как в настоящее время более 300 миллионов человек алиментарным путем (при ежедневном употреблении питьевой воды и стоматологической продукции) подвергаются воздействию фтора.

Впервые фторирование питьевой воды началось в штате Мичиган в 1945 г. Хотя споры о фторировании питьевой воды в Соединенных Штатах Америки продолжаются, 97 % стран Западной Европы отказались от фторирования воды. В центре дискуссии оказалось влияние фторированной воды на здоровье населения, в том числе детской популяции. К негативным последствиям, связанным с фторированием, зарубежные авторы относят: изменения структуры и функций щитовидной железы, как следствие ожирение, остеопороз, флюороз, лимфому. Перспективным так же может быть исследование негативного влияния экспозиции фтора на физиологию мозга и его когнитивные изменения [34].

Низкие концентрации потребления фтора неизбежно ведут к формированию и развитию кариеса. В связи с этим фтор является антикариогенным и в ряде стран Европы и США рекомендован для добавления в питьевую воду и зубные пасты для профилактики кариеса. Основным источником попадания фтора в организм, является вода, используемая для приготовления пищи и напитков. Для многих младенцев США, восстановленная молочная смесь, на основе фторированной воды, является единственным источником питания. Установлено, что содержание фтора в детской молочной смеси в 200 раз выше, чем в грудном молоке. Исследования, проводимые стоматологической ассоциацией, четко определили взаимосвязь между повышенным потреблением фтора из восстановленной детской молочной смеси в возрасте от 3–9 месяцев и увеличением флюороза

постоянных резцов у этой же когорты детей в 9 лет [42, 51]. Также установлено, что потребление более высоких концентраций фтора увеличивает риск развития флюороза, препятствует полноценному росту амелобластов, которые отвечают за формирование эмали зуба [49].

Установлено, что эпидемически безопасным уровнем ежедневного потребления фтора для детей в возрасте от 1 до 10 лет является 0,05–0,07 мг/кг/сут. Нормальная зубная эмаль состоит из 96 % минеральных и 4 % органических соединений. Высокие концентрации фтора, в период формирования зубной эмали, приводит к увеличению содержания белка и снижению общей минерализации эмали.

В эксперименте на животных было установлено, что в различных инбредных линиях мышей, при одинаковом общем уровне воздействия фтора, характер развития флюороза был различным, не обнаружено и корреляции между тяжестью флюороза и концентрацией фтора в эмали зубов. Авторы утверждают, что данные результаты указывают на генетические основы предрасположенности к развитию флюороза [50].

Кроме того, авторы обращают внимание и на закономерности локального характера. Так, для территории Монголии впервые выявлены зависимости заболеваемости флюорозом и кариесом у детей младшего возраста, проживающих в разных природно-климатических условиях с различным уровнем природного фтора в питьевой воде. Интересно, что в некоторых районах, где содержание фтора превышало гигиенический норматив, регистрировалась высокая поражаемость кариесом, что, вероятно связано с влиянием других неуставленных факторов, состоянием организма и, в частности, резистентностью зубных тканей [23].

Популяционные исследования, проведенные в провинциях Китая, обнаружили связь между высоким содержанием фтора в питьевой воде и снижением интеллекта. В 2007 г. обследована группа детей, состоящая из 720 человек, которая включала в себя когорты детей, которые подвергались воздействию высоких (142 ± 106 мкг/л) и низких концентраций фтора (2 ± 3 мкг/л). Средние показатели IQ (коэффициент интеллекта) составляли 95 ± 17 ($p < 0,01$) и 105 ± 15 ($p < 0,05$) соответственно. Так же было установлено, что группа исследуемых детей, потребляющая меньшее количество фтора из питьевой воды, имеют более высокие антропометрические показатели, такие как: рост, объем грудной клетки [55].

Авторы в 2010 г. еще раз подтвердили взаимосвязь между содержанием фтора в моче, частотой встречающегося флюороза и коэффициентом интеллекта (IQ). Наблюдалась обратная связь между содержанием фтора в моче и IQ: при увеличении концентрации фтора в моче на 1 мг/л, коэффициент интеллекта снижался на 0,59. Хроническое воздействие повышенного уровня фтора приводит к снижению памяти и способности к обучению, но механизмы, лежащие в основе этих явлений до сих пор не были известны. Для решения этой проблемы подвергли крыс воздействию различных концентраций фтора в

питьевой воде в течение 6 месяцев. Как и ожидалось, пространственное обучение и память крыс были значительно снижены и при воздействии низких (5 мг/л) и высоких (50 мг/л) концентраций фтора, по сравнению с контрольной группой, где концентрация фтора составляла ($< 0,5$ мг/л). Полученные результаты позволяют считать, что аналогичные изменения, могут быть ответственны и за снижение интеллекта у детей [37, 43, 44].

В исследованиях 2012 г., проведен системный обзор и мета-анализ опубликованных исследований, для изучения влияния, потребления питьевой воды с повышенным содержанием фтора и нейроразвития у детского населения. Результаты подтверждают возможность негативного влияния высоких концентраций фтора в питьевой воде на развитие нервной системы у детей. Будущие исследования должны включать исследования на индивидуальном уровне с учетом пренатального периода, постнатального, а также с учетом психофизиологических качеств [35].

В эксперименте на животных получены данные, подтверждающие повреждения структуры ДНК, увеличение апоптоза клеток структур головного мозга, гиппокампа и мозжечка [36]. Фтор, накапливаясь в организме человека, особенно в шишковидной железе, вызывает уменьшение секреции мелатонина, который отвечает за регуляцию деятельности эндокринной системы. Показано, что фтор влияет на уменьшение толщины постсинаптической плотности и увеличения синаптической щели, отвечающих за нарушение способности к обучению мышей [42]. Обнаружено, что экспозиция фтора влияет на мембранные липиды (фосфотидилхолин, фосфотидилэтаноламин, фосфотидилсерин) головного мозга крыс. Употребление в течение 7 месяцев фторированной воды приводит к снижению общего количества фосфолипидов на 10 % и 20 % – при 30 ‰ и 100 промилли массовой концентрации фтора, соответственно [40].

М. Перейра и П.А. Домбровски (2010 г.), обнаружили значительное ухудшение памяти у исследуемой группы крыс, связанное с регулярным потреблением питьевой воды с содержанием фторидов. Ухудшение памяти наблюдалось вследствие повышения дофамина, сератонина и норадреналина в стриатуме, гиппокампе и коре головного мозга. Следует отметить, что в течение 2 недель, после употребления грызунами чистой питьевой воды без содержания фторидов, результаты оставались прежними. Авторы исследования заявили, что нарушение памяти, вызванное потреблением фторированной воды, может быть связано с изменениями дискретных участков нейромедиаторов в головном мозге [48].

В эксперименте исследована степень перекисных и гистологических изменений в миокарде крыс, подвергавшихся воздействию высоких концентраций фтора. На протяжении двух поколений белые крысы линии Вистар получали фторированную воду с концентрацией фтора 200 ppm. В результате чего значительно произошло снижение активности антиоксидативных ферментов: супердисмутаза, каталазы и глутатиона. Снижение антиоксидатив-

ных ферментов и повышение уровня малонового диальдегида могут быть связаны с окислительным повреждением, которое происходит в миокарде крыс. Также в ходе данных исследований было установлено, что пероральное потребление селена и витамина Е не только препятствуют окислительному процессу, происходящему в миокарде, но и повышают активность антиоксидативных ферментов. Применение антиоксидантов во время воздействия высоких концентраций фтора, значительно уменьшает кардиотоксичность, и может быть использовано как терапевтическое лечение [33].

Получены данные, свидетельствующие о нарушении эластичности аорты у пациентов с эндемичным флюорозом. В ходе исследований было установлено, что индекс производительности миокарда левого желудочка, рассчитываемый как (изоволевическое сокращение времени + изоволевическая релаксация времени / время выброса аорты), был значительно выше у пациентов с флюорозом, что указывает на глобальную дисфункцию левого желудочка [52]. Кроме того, Varol E. с соавторами выявили пониженную аортальную деформацию и аортальное растяжение, что указывает на ослабленные эластичные свойства аорты у пациентов с эндемичным флюорозом [53].

В литературе описываются случаи острого отравления фтора пероральным путем инсектицидов и родентицидов. Первоначально, попадая в организм человека, фтор действует локально на слизистую оболочку кишечника, где под воздействием желудочного сока преобразуется в плазиковую кислоту, что приводит к раздражению или коррозионному действию. После абсорбции фториды связывают ионы кальция и могут привести к гипокальциемии. Фтор имеет прямое цитотоксическое действие и препятствует ряду ферментных систем, нарушая окислительное фосфорилирование, гликолиз, коагуляцию и нейротрансмиссию, путем связывания кальция. Фториды ингибируют $\text{Na}^+ + \text{K}^+ + \text{ATF}$ -азы, что может привести к гиперкалиемии. Тяжелая токсичность фтора приводит к полиорганной недостаточности. Возможна центральная вазомоторная депрессия, а также кардиотоксичность. Расчетная смертельная доза фтора составляет 5–10 г (32–64 мг/кг) у взрослых и 500 мг у детей [46].

Наряду с алиментарным путем поступления фтора, изучаются эффекты токсического действия фтора на организм человека, поступающего в основном ингаляционным путем в результате техногенного загрязнения окружающей среды. Для Российской Федерации тотальное загрязнение окружающей среды является одной из ведущих экологических проблем. Характер, механизм и степень влияния различных токсикантов очень многообразны.

Токсическое воздействие фторидов, безусловно, ведет к развитию хронических профессиональных патологий у рабочих на алюминиевых производствах. Одними из самых распространенных профессиональных заболеваний являются болезни органов дыхания – хронический бронхит, хроническая обструктивная болезнь легких, бронхиальная астма [17, 26]. У женщин возможны олигоменорея,

снижение лактационной способности, накопление фтора в биосредах матери и плода. При изучении нарушений репродуктивной системы женщин проживающих вблизи алюминиевых производств, были отмечены высокий процент патологий по таким показателям как гестоз беременных, анемия, угроза прерывания беременности и др. У мужчин, фиксируются снижение либидо, снижение продукции андрогенов и эстрогенов, за счет нарушения метаболизма гормонов [8, 12].

Исследования, проводимые в зонах размещения алюминиевых производств в Российской Федерации, показали, что приоритетными специфическими загрязняющими веществами на экспонированной территории являются соединения фтора, среднегодовые концентрации которых составляют в атмосферном воздухе 6,2–1,4 ПДК, в почве 5,9–11 ПДК. Коэффициент опасности газообразного фтора составил (QH) = 1,1, риск патологии костно-мышечной системы (IH) = 1,9 [8, 7].

Средние уровни фтора в биосубстратах детей, проживающих в промышленных центрах, выше референтных величин, предложенных в документах ВОЗ, что представляет потенциальную опасность для здоровья. Анализ совместного действия факторов окружающей среды (йоддефицит и фтористое загрязнение) показал, что избыточное поступление фтора в организм является одной из причин увеличения щитовидной железы у детей [2, 17, 54].

Среди женщин репродуктивного возраста, проживающих в регионе размещения алюминиевого производства, отмечается высокий уровень распространенности урогенитальных инфекций – ЦМВИ, токсоплазмоза, хламидиоза – по сравнению с женщинами, проживающими в экологически благополучном районе [19], что может быть следствием воздействия на иммунную систему.

Исследования показали, что высокие концентрации соединений фтора оказывают токсическое действие на процессы морфогенеза костей человека в эмбриональный и постэмбриональный периоды онтогенеза, вызывая нарушения формирования и роста костей скелета, что приводит к увеличению общей заболеваемости детского населения. Симптомы нарушения морфогенеза костей, выявленные рентгенологически, у детского населения на экспонированной территории встречаются в 3,8 раза чаще (76 %), чем на контрольной территории (20 %). В условиях повышенных концентраций соединений фтора в окружающей среде рост костей кисти у детей происходит неравномерно и диспропорционально вследствие поражения зон роста, дисбаланса процессов остеогенеза и остеорезорбции в периоды активации роста: у девочек – в периоды детства, у мальчиков – в подростковый период [28].

Установлено, что соединения фтора проникают через плаценту, накапливаются в организме плода и оказывают токсическое действие в постэмбриональный период, вызывая ухудшение кровоснабжения, торможение деления клеток пластинки роста костей, ослабление функциональной активности остеокластов и остеобластов, результатом чего

является замедление роста костей и в длину, и в толщину [29].

Таким образом, вне зависимости от путей поступления и/или условий воздействия, фтор, попадая в организм человека, оказывает токсическое воздействие на целый комплекс органов и систем, включая кардиореспираторную, нейроэндокринную, костно-мышечную системы. Изучение влияния фтора и его соединений на здоровье населения является важной задачей, позволяющей наметить пути профилактики и коррекции негативного воздействия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белозерцева И.А. Воздействие техногенных выбросов на почвенный покров Верхнего Приангарья (на примере зоны влияния Иркутского алюминиевого завода): автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – Иркутск, 2000.
2. Гаськов А.Ю., Савченков М.Ф., Юшков Н.Н. Особенности развития йоддефицитных состояний у детей, проживающих в условиях загрязнения окружающей среды фтористыми соединениями // Гигиена и санитария. – 2005. – № 6. – С. 53–55.
3. Гигиенические нормативы химических веществ в окружающей среде / под ред. Ю.А. Рахманинова и В.В. Семенов. – 4-е изд., доп. и перераб. – СПб.: НПО «Профессионал», 2008 – 768 с.
4. Давыдова Н.Д. Экологические проблемы Сибири, связанные с эксплуатацией предприятий алюминиевой промышленности // Проблемы природопользования и экологической ситуации в Европейской России и сопредельных странах: Материалы II Междунар. конф. – Белгород, 2006. – С. 199–202.
5. Данилов И.П., Захаренков В.В., Олещенко А.М., Шавлова О.П. и др. Профессиональная заболеваемость работников алюминиевой промышленности – возможные пути решения проблемы // Бюлл. ВСНЦ СО РАМН. – 2010. – № 4 (74). – С. 17–21.
6. Дампилов Ж.В. Эколого-экономическая эффективность процессов производства в алюминиевой промышленности (на примере Красноярского алюминиевого завода): автореф. дис. ... экономич. наук. – М., 2009.
7. Ефимова Н.В., Дорогова В.Б., Журба О.М., Никифорова В.А. Оценка воздействия фтора на детское население Иркутской области // Медицина труда и промышленная экология. – 2009. – № 1. – С. 23–26.
8. Ефимова Н.В., Никифорова В.А., Журба О.М., Рожанская А.В. Гигиеническая оценка загрязнения фтором снежного покрова в районе размещения производства алюминия // Здравоохранение Российской Федерации – 2006. – № 6. – С. 54–55.
9. Захаренков В.В., Данилов И.П., Олещенко А.М., Суржигов Д.В. и др. Оценка профессионального и экологического рисков для здоровья работников алюминиевой промышленности // Бюлл. ВСНЦ СО РАМН. – 2009. – № 1 (65). – С. 30–34.
10. Кислицин В.А. Новиков С.М., Шашина Т.А., Скворцова Н.С. и др. Оценка риску здоровью от приоритетных выбросов Новолипецкого металлургического комбината // Гигиена и санитария. – 2006. – № 5. – С. 98–100.
11. Козлов А.В., Новиков С.М., Шашина Т.А. Оценка риска для здоровья населения, проживающего в зоне влияния предприятия алюминиевой промышленности. Проблемы оценки риска здоровью населения от воздействия факторов окружающей среды / В кн.: Проблемы оценки риска здоровью населения от воздействия факторов окружающей среды / под ред. акад. РАМН Ю.А. Рахманина и Г.Г. Онищенко. – М., 2004.
12. Кузьмин Д.В. Сравнительный анализ показателей репродуктивного здоровья женщин, проживающих в районах расположения алюминиевого производства. Гигиена и санитария. – 2007. – № 3. – С. 13–15.
13. Кучеренко А.К., Лисецкая Л.Г., Лебединский В.Ю., Изатулин В.Г. Влияние загрязнения окружающей среды соединениями фтора на элементный состав и составление органов зубочелюстной системы // Сибирский медицинский журнал. – 2011. – № 8. – С. 67–69.
14. Макаров О.А., Савченков М.Ф., Охремчук Л.В., Николаева Л.А., Шин Н.С. Анализ тиреотидной патологии у детей в условиях загрязнения окружающей среды фтористыми соединениями // Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Иркутск, 2011. – С. 219–224.
15. Маторова Н.И. Оценка изменений здоровья детей в условиях воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды // Медицина труда и промышленная экология. – 2003. – № 3. – С. 19–23.
16. Мусийчук Ю.И., Гребенюк А.Н., Широков А.Ю. Фтор и его соединения. Серия «Токсикология для врачей». – СПб.: ООО «Издательство Фолиант», 2012. – 104 с.
17. Николаева Л.А. Хроническая интоксикация фтором и его соединениями. Естественное и гуманизм. – Т. VI. – 2010. – № 1.
18. Новиков С.М., Шашина Т.А., Скворцова Н.С. Риск воздействия химического загрязнения окружающей среды на здоровье населения – от оценки к практическим действиям // В кн.: Актуализированные проблемы здоровья человека и среды его обитания и пути их решения / под ред. Ю.А. Рахманина. – М., 2003. – С. 83.
19. Одинаева Н.Ф., Муллоджанова М.М., Бакунин О.П. Состояние клеточного и гуморального звеньев иммунитета у лиц с ЦМВ-инфекцией, проживающих в регионе Тадаза // Сборник трудов молодых ученых: Перспективы диагностики и лечения в акушерстве гинекологии и неонатологии. – Душанбе, 2006. – С. 16–20.
20. Онищенко Г.Г., Новиков С.М., Рахманин Ю.А., Мамчин Н.П. Основные оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М., 2002. – С. 205–215.
21. Преловский В.А. Оценка состояния экосистемы в зоне влияния Саяногорского промышленного комплекса // Вестник Томского государственного университета. – 2011. – № 347 (июнь). – С. 204–207.
22. Новиков С.М., Шашина Т.А., Скворцова Н.С. Риск воздействия химического загрязнения окружающей среды на здоровье населения – от оценки к прак-

тическим действиям // В кн.: Актуализированные проблемы здоровья человека и среды его обитания и пути их решения / под ред. Ю.А. Рахманина. – М., 2003. – С. 83.

23. Савченков М.Ф. Гигиеническая оценка воды с различным содержанием фтора // Сибирский медицинский журнал. – 2008. – № 2. – С. 65–67.

24. Суржиков В.Д., Суржиков Д.В. Оценка и управление риском для здоровья от многокомпонентного загрязнения окружающей среды крупного центра металлургии // Гигиена и санитария – 2006. – № 5. – С. 32–35.

25. Тянтова Е.Н. Экоотоксикологические аспекты выщелачивания алюминия из сплавов в присутствии галогеноидов и аскорбиновой кислоты: дисс. ... канд. хим. наук. – М., 2006. – 148 с.

26. Чеботарев А.Г., Прохоров В.А. Условия труда и профессиональная заболеваемость рабочих предприятий по производству алюминия // Медицина труда и промышленная экология. – 2009. – № 2. – С. 5–9.

27. Шалина Т.И. Гигиеническая оценка риска здоровью населения в зоне влияния производства алюминия // Сибирский медицинский журнал. – 2009. – № 8. – С. 128–129.

28. Шалина Т.И., Васильева Л.С. Общие вопросы токсического действия фтора // Сибирский медицинский журнал. – 2009. – № 5. – С. 5–8.

29. Шалина Т.И. Загрязнение окружающей среды фтористыми соединениями алюминиевого производства и их влияние на морфогенез костей: дисс. ... д-ра мед. наук. – Иркутск, 2009. – С. 56.

30. Шашина Т.А., Новиков С.М., Козлов А.В., Кислицын В.А. и др. Оценка риска здоровью населения, обусловленного воздействием выбросов алюминиевого производства // Гигиена и санитария. – 2006. – № 5. – С. 61–64.

31. Abanto J.A., Rezende K.M.P.C., Marcho S.M.S., Alves F.B.T. и др. Dental fluorosis: Exposure, prevention and management // Med. Oral Patol. Oral Cir Bucal. – 2009. – N 1; 14 (2). – P. 103–107.

32. Basha P.M., Rai P., Begum S. Evaluation of fluoride-induced oxidative stress in rat brain: a multigeneration study // Biol. Trace Elem. Res. – 2011. – № 142 (3). – P. 623–637.

33. Complementary Prescriptions. Fluoride. 2011–2012. – <https://www.cpmmedical.net>

34. Choi A.L., Sun G., Zhang Y., Grandjean P. Developmental Fluoride Neurotoxicity: A Review and Meta – Analysis. // Environ. Health Perspect. – 2012. – Электронный доступ [<http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1104912> 29.09.2012]

35. Chouhan S., Flora S.J., Effects of fluoride on the tissue oxidative stress and apoptosis in rats: biochemical assays supported by IR spectroscopy data // Toxicology. – 2008. – N 5, – P. 61–67.

36. Ding Y., Gao Y., Sun H et al. The relationships between low levels of urine fluoride on children's intelligence, dental fluorosis in endemic fluorosis areas in Hulunbuir, Inner Mongolia, China // J. Hazard Mater. – 2011. – N 2, Vol. 8; 186. – P. 1942–1946.

37. Environmental and Workplace Health document for public comment Prepared by the Federal-Provincial-

territorial Committee on Drinking Water. Comment period ends November 27, 2009. ; <http://www.hc-sc.gc.ca>. 29/09/2012.

38. Fluoride in Drinking – Water – 2009. Health Canada Consultation Document; <http://www.hc-sc.gc.ca>. 30/09/2012.

39. Guan Z.Z., Wang Y.N., Xiao K.Q. et al. Influence of chronic fluorosis on membrane lipids in rat brain // Neurotoxicol Teratol. – 1998. – № 20 (5). – P. 537–342.

40. Banoczy J., Petersen P.E., Rugg-Gunn A.J. Milk fluoridation for the prevention of dental caries. – World Health Organization, 2009. – P. 81–90.

41. Levy S.M., Broffitt B., Marshall T.A. et al. Associations between fluorosis of permanent incisors and fluoride intake from infant formula, other dietary sources and dentifrice during early childhood // J. Am. Dental Association. – 2010. – № 141 (10). – P. 1190–1201.

42. Liu M., Qian C. Effect of endemic fluorosis on children's intelligence development: a Meta analysis // Zhongguo Dang Dai Er Ke Za Zhi. – 2008. – № 10 (6). – P. 723–725.

43. Liu Y.J., Gao Q., Wu C.X., Guan Z.Z. Alterations of nAChRs and ERK1/2 in the brains of rats with chronic fluorosis and their connections with the decreased capacity of learning and memory // Toxicology Letters. – 2010. – N 192. – P. 324–329.

44. Malde M.K., Scheidegger R., Julshamn K., Bader H.-P. Substance Flow Analysis: A Case Study of Fluoride Exposure through Food and Beverages in Young Children Living in Ethiopia // Environ. Health Perspect. – 2011. – N 119. – P. 579–584.

45. Nochimson G. Toxicity, Fluoride // Medicine. Retrieved. – 2008. – P. 12–28.

46. Pant H.H., Rao M.V. Evaluation of in vitro antigenotoxic potential of melatonin against arsenic and fluoride in human blood cultures // Ecotoxicol. Environ. Saf. – 2010. – № 73 (6). – P. 1333–1337.

47. Pereira M., Dombrowski P.A., Losso E.M. et al. Memory impairment induced by sodium fluoride is associated with changes in brain monoamine levels // Neurotox res. – 2011. – № 19 (1). – P. 55–62.

48. Schecter A., Malik-Bass N., Calafat A.M. et al. Polyfluoroalkyl Compounds in Texas Children from birth through 12 years of Age // Environ. Health Perspect. – 2012. – N 120. – P. 590–594.

49. Sharma R., Tsuchiya M., Bartlett J.D. Fluoride Induces Endoplasmic Reticulum Stress and Inhibits Protein Synthesis and Secretion // Environ. Health Perspect. – 2008. – № 116. – P. 1142–1146.

50. U.S. Department of health and human services. Public Health Service Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological profile for fluorides, hydrogen fluoride and fluorine. – September 2003. – P. 36–69.

51. Varol E., Akcay S., Ersoy I.H., Koroglu B.K., Varol S. Impact of chronic fluorosis on left ventricular diastolic and global functions // Science of the Total Environment. – 2010. – N 408 (11). – P. 2295–2298.

52. Varol E., Akcay S., Ersoy H., Ozaydin M. et al. Aortic elasticity is impaired in patients with endemic

fluorosis // Biol. Trace Elem. Res. – 2010. – N 133. – P. 121–127.

53. Wang C., Wang T., Liu W., Ruan T. et al. The in Vitro Estrogenic Activities of Polyfluorinated logine Alkanes // Environ. Health Perspect. – 2012. – N 120. – P. 119–125.

54. Wang S.-X., Wang Z.-H., Cheng X.-T. et al. Arsenic and Fluoride Exposure in Drinking Water: Children's IQ

and Growth in Shanyin County, Shanxi Province, China // Environ. Health Perspect. – 2007. – N 115. – P. 643–647.

55. World Health Organization. Fluorides. – Geneva, 2002.

56. Zhang Z., Xu X., Shen X. et al. Effect of fluoride exposure on synaptic structure of brain areas related to learning-memory in mice // Wei Sheng Yan Jiu. – 1999. – N 28 (4). – P. 210–212.

Сведения об авторе

Донских Ирина Викторовна – специалист отдела социально-гигиенического мониторинга Управления Роспотребнадзора по Иркутской области (664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 8; тел.: 8914898868)