

Н.С. Шин¹, М.Ф. Савченков¹, О.М. Журба², Е.Л. Горева³**ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОВМЕСТНОГО ДЕЙСТВИЯ ДЕФИЦИТА ЙОДА И ФТОРИСТОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА СОСТОЯНИЕ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ У ДЕТЕЙ**¹ ГБОУ ВПО «Иркутский государственный медицинский университет» Минздрава РФ (Иркутск)² ФГБУ «Восточно-Сибирский научный центр экологии человека» СО РАМН (Иркутск)³ Филиал ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Иркутской области» в г. Братске и Братском районе (Братск)

Изучено содержание фтора в атмосферном воздухе, почве и системе централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Братска, использованы данные филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Иркутской области» в г. Братске и Братском районе и Братского филиала ГУ «Иркутский ЦГМС – Р».

Дана оценка распространенности йоддефицитных состояний у детей в двух экологически различных районах города Братска. В результате полученных данных были предложены практические рекомендации по профилактике йоддефицитных состояний в условиях промышленного воздействия фтора.

В выбранных районах проводили обследование детей дошкольного возраста. Число обследуемых составило 98 человек, из них: 49 девочек и 49 мальчиков. У детей определяли экскрецию йода и фтора с мочой, а также содержание фтора в зубах. Йод в моче определяли методом спектрофотокolorиметрии. Содержание фтора в моче определяли потенциометрическим методом с использованием фторселективного электрода в комплекте с рН метром в соответствии с МУК 4.1.773 – 99. Утвержденных, аттестованных методов определения фтора в зубах в РФ нет. Определение фтора в зубах основано на реакции с алizarинкомплексом и нитратом церия с образованием окрашенного соединения. Это пока единственная реакция, используемая для прямого фотометрического определения фтора.

Нами установлено, что содержание фтора в таких биосубстратах, как моча и зубы, у детей Центрального района хотя и не превышает допустимый уровень, но значимо выше, чем у детей, проживающих в пос. Энергетик. Это объясняется тем, что атмосферный воздух в Центральном районе наиболее загрязнен фтористыми соединениями. Как известно, йод и фтор являются галогенами, причем второй обладает более выраженной биологической активностью и может конкурентно замещать первый. Таким образом, в этом исследовании мы попытались экспериментально доказать, что показатели йодурии непосредственно зависят от промышленного воздействия фтора.

Ключевые слова: йод, йоддефицит, йоддефицитные состояния, фтор

HYGIENIC ASSESSMENT OF JOINT ACTION OF DEFICIENCY OF IODINE AND FLUORIC POLLUTION ON THE CONDITION OF THE THYROID GLAND IN CHILDRENN.S. Shin¹, M.F. Savchenkov¹, O.M. Zhurba², E.L. Goreva³¹ Irkutsk State Medical University, Irkutsk² Scientific Center of Human Ecology of Eastern Siberia SB RAMS, Irkutsk³ Bratsk Branch of «Hygiene and Epidemiology Center in the Irkutsk Region», Bratsk

The content of fluorine in atmospheric air, in soil, and in system of centralized household-drinking water supply of city of Bratsk are studied, data of branch of Federal Budgetary Healthcare Institution «The Center of Hygiene and Epidemiology of Irkutsk Region» in Bratsk and region of Bratsk, data of Bratsk branch of state institution «Irkutsk CGMS – R» are used. The assessment of prevalence of iodine deficiency of children in two ecologically various districts of city of Bratsk is given. Results of obtained data are turned into practical recommendations on prevention of iodine deficiency in conditions of industrial influence of fluorine.

In chosen areas examination of children of preschool age is provided. The number of surveyed made 98 persons including 49 girls and 49 boys. Iodine and fluorine excretion with urine, and also content of fluorine in teeth were defined. Iodine in urine was determined with a spectrophotocolorimetry method. The content of fluorine in urine was determined by an electrometric method with the use of fluoride selective electrode complete with pH in meter according to TORMENTS 4.1.773 – 99. Approved, certified methods of definition of fluorine in teeth do not exist in Russian Federation. FLUORINE definition in teeth is based on reaction with alizarin complexon and cerium nitrate with formation of the painted connection. Now it is the only reaction used for direct photometric definition of fluorine.

We came to conclusion that contents of fluorine in such biosubstrates as urine and teeth in children of the Central district, though doesn't exceed admissible level, is significantly above the one of children living in settlement Energetic. This results from the fact that atmospheric air in the Central district is more polluted by fluorine connections. It is known that iodine and fluorine are halogens, and the second one possesses more expressed biological activity and can replace the first in the competitive way. Thus, in this research we tried to prove experimentally that urinary iodine indicators directly depend on industrial influence of fluorine.

Key words: iodine, iodine deficiency, iodine deficiency conditions, fluorine

Загрязнение фтором атмосферного воздуха и почвы является серьезной проблемой, особенно в районах с развитой алюминиевой промышленностью, что приводит к накоплению токсиканта в биосубстратах и представляет собой существенную угрозу для здоровья населения [2, 6].

В медицинской литературе проблеме влияния фтора на эндокринную систему не уделялось достаточного внимания. Попытки рассмотреть вопросы, связанные с функционированием щитовидной железы при хронической интоксикации фтора уже предпринимались учеными. Однако до настоящего

времени имеется ограниченное число исследований по данной проблеме, исследователи расходятся во мнениях по целому ряду важнейших вопросов.

Применительно к экспериментальным исследованиям специфическая токсичность фтора на щитовидную железу не вызывает сомнений, так как фтор является биологическим конкурентом йода и вытесняет последний из тиреоидного гормона щитовидной железы – T_4 , что приводит к компенсаторному разрастанию ткани щитовидной железы и образованию зоба [1].

На наш взгляд, особому негативному влиянию подвергается щитовидная железа в условиях промышленного воздействия фтора. При производстве 1 тонны алюминия в атмосферу выбрасывается 20–40 кг фтора, что говорит о высоком фтористом загрязнении [4]. Фтор – микроэлемент, способный накапливаться в минерализующихся тканях, костях и зубах [5].

С учетом значительной функции щитовидной железы в защитно-приспособительных реакциях организма к неблагоприятным воздействиям внешней среды, а также принимая во внимание ее сложные связи с различными органами и системами, широкую сферу влияния тиреоидных гормонов на обменные процессы и исходя из того, что на сегодняшний день этот раздел является малоизученным, патогенезу флюороза щитовидной железы и профилактике йоддефицитных состояний должно быть отведено особое значение [7, 9].

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Дать оценку распространенности йоддефицитных состояний у детей в условиях природного дефицита йода и антропогенной нагрузки на организм соединений фтора.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для оценки уровня загрязнения фтором приземного слоя атмосферы, почвы и системы централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Братска использовали данные филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Иркутской области» в г. Братске и Братском районе и Братского филиала ГУ «Иркутский ЦГМС – Р».

В выбранных районах проводили обследование детей дошкольного возраста. Число обследуемых составило 98 человек, из них 49 девочек и 49 мальчиков. У детей определяли экскрецию йода и фтора с мочой.

Йод в моче определяли методом спектрофотокolorиметрии. Метод основан на экстракции йодидов из исследуемых проб мочи хлороформом с последующим переводением их в йодат-ионы посредством окисления хлорной водой. Добавлением раствора йодида калия в кислой среде ионы йодата переводили в молекулярный йод, окрашивающий раствор в желтый цвет. Спектрофотометрирование осуществляли на фотоэлектроколориметре «КФК-3» при длине волны 400 нм. Нижний предел измерения йода в анализируемом объеме пробы 0,001 мг/дм³. Определению не мешают другие галогены [3].

Для оценки распространенности и тяжести йоддефицитных заболеваний проведены эпидеми-

ологические исследования содержания йода в моче детей г. Братска. Анализ полученных результатов осуществляли в соответствии с «Методическими рекомендациями ВОЗ по ликвидации йоддефицитных состояний» (Indicators, 1993), для чего определяли медиану экскреции йода, процентное распределение значений йодурии. Это позволило дать гигиеническую характеристику распространенности и выраженности йоддефицитных состояний в изучаемой популяции.

Степень выраженности йодного дефицита оценивали по критериям ВОЗ: уровень йода в моче ниже 20 мкг/л составляет выраженный (тяжелый) йоддефицит, от 20 до 49 мкг/л – умеренный (средне-тяжелый); от 50 до 99 мкг/л – легкий; равный и более 100 мкг/л – йодный дефицит отсутствует.

Изучена экскреция фтора с мочой у 98 детей дошкольного возраста, посещающих детские учреждения в 2012 г. проживающих в различных районах г. Братска. Содержание фтора в моче определяли потенциометрическим методом с использованием фторселективного электрода в соответствии с МУК 4.1.773 – 99.

Утвержденных, аттестованных методов определения фтора в зубах в РФ нет. Определение фтора в зубах основано на реакции с ализаринкомплексом и нитратом церия с образованием окрашенного соединения. Это пока единственная реакция, используемая для прямого фотометрического определения фтора.

Статистический анализ в исследуемых выборках включал определение среднеарифметической средней величины, его ошибки и среднеквадратичного отклонения. При оценке йодурии, учитывая размах данного показателя в вариационном ряду, определяли медиану и моду. Сравнение результатов исследования в изучаемых выборках осуществляли при помощи параметрического двухвыборочного критерия Стьюдента-Фишера.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Проведенная оценка уровней загрязнения атмосферного воздуха выбранных районов наблюдения показала, что их можно характеризовать как «очень сильное». В то же время интенсивность загрязнения атмосферы Центрального района достоверно выше как по обобщенным показателям, так и по среднемесячным и среднегодовым концентрациям вредных веществ.

Принципиальное значение для настоящего исследования имеет уровень загрязнения атмосферного воздуха различных районов наблюдения фтористым водородом. Среднегодовая концентрация фтористого водорода в атмосферном воздухе Центрального района значительно выше, чем в пос. Энергетик за период 2000–2011 гг. (рис. 1). Отмечена незначительная тенденция к снижению валовых выбросов загрязняющих веществ специфичных для алюминиевого производства, таких, как, например, снижение фтористого водорода на 4,8 %, от объема определенного в 2007 г. (рис. 2).

За счет выбросов в атмосферу предприятиями происходит накопление фтора в агроэкосистемах. Для

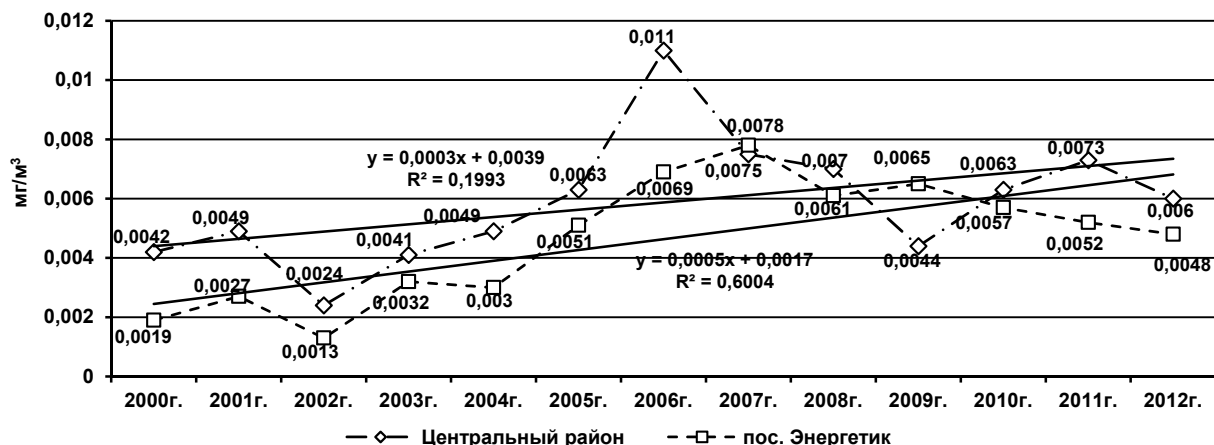


Рис. 1. Динамика содержания фтористого водорода в атмосферном воздухе г. Братска за период с 2000–2012 гг.

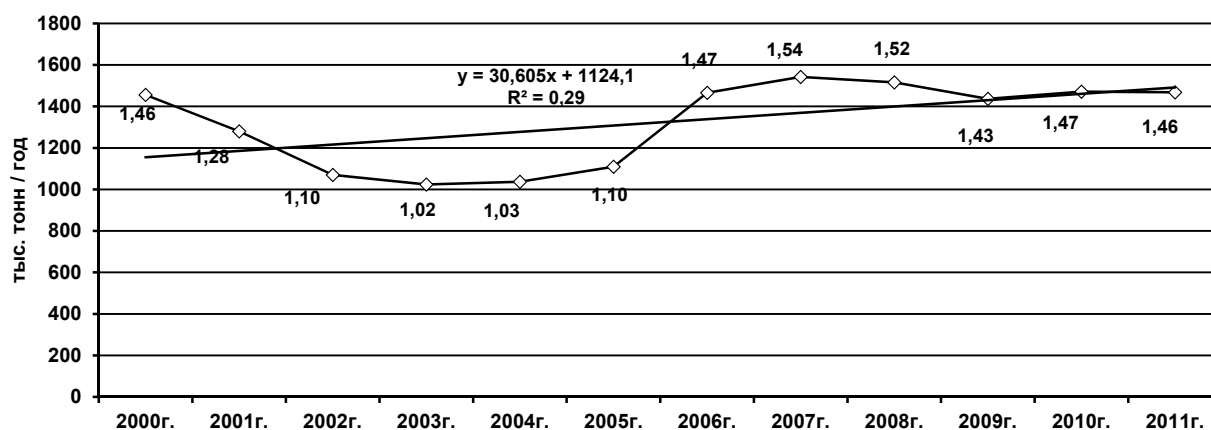


Рис. 2. Динамика валовых выбросов фтористого водорода, тыс. тонн/год (2000–2011 гг.)

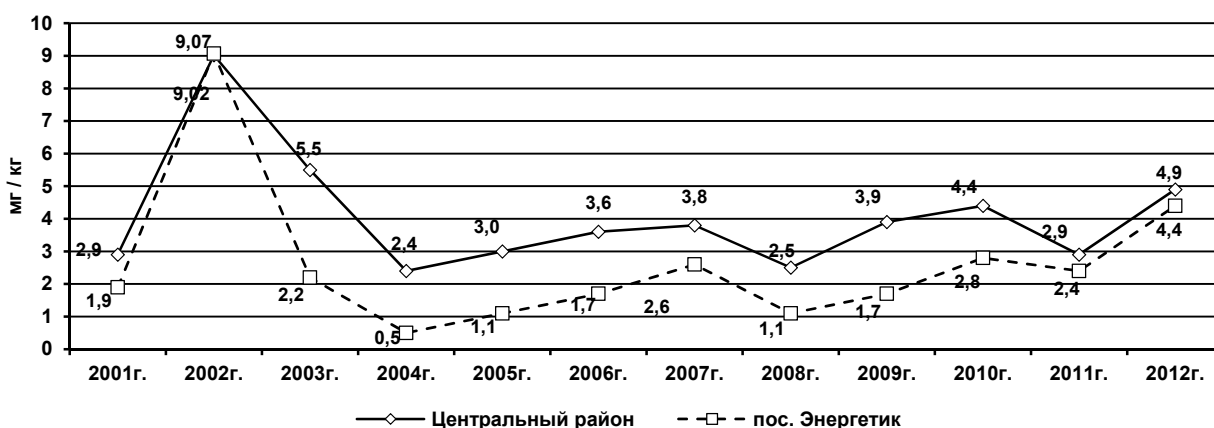


Рис. 3. Содержание средних концентраций фтора в почве за период с 2001–2012 гг. * – нет данных за 2005 г.

оценки фтористого загрязнения селитебной территории г. Братска проведен анализ содержания фтора в почве за 2000–2012 годы, который показал, что в Центральном районе значительно выше содержание концентрации загрязнителя, чем в пос. Энергетик (рис. 3).

Уровень экскреции фтора с мочой зависит от концентрации его в атмосферном воздухе, то есть от количества поступления фтора в организм при дыхании. Установлено, что содержание фтора в моче

у детей Центрального района, хотя и не превышает допустимого уровня, но статистически выше, чем у детей, проживающих в пос. Энергетик, где среднее содержание фтора в моче детей дошкольного возраста составило 0,8 мг/дм³ и 0,5 мг/дм³ соответственно. Это объясняется тем, что атмосферный воздух в Центральном районе наиболее загрязнен фтористыми соединениями.

Надежным индикатором превышения нормы поступления фтора являются зубы. Накопление фтора

в организме характеризовали по его содержанию в молочных зубах детей, проживающих в различных районах наблюдения г. Братска (табл. 1).

Результаты определения содержания фтора в пробах молочных зубов детей подтверждают сведения о его депонировании в костной ткани [5]. Наибольший уровень содержания фтора в биологическом материале обнаружен у детей, проживающих в Центральном районе – 0,372 мг/кг сухого вещества. Содержание фтора в зубах детей, проживающих в пос. Энергетик, оказалось значительно ниже.

При анализе показателей йодурии по районам наблюдали следующую ситуацию. Значение медианы и моды в пос. Энергетик составило 56,6 мкг/л, среднее значение 54,5 мкг/л, что свидетельствует о легкой степени дефицита йода. В пробах мочи у детей Центрального района среднее значение составило 56,1 мкг/л (легкий йоддефицит), значение меди-

ны 48,7 мкг/л, моды 39,6 мкг/л, что характеризует умеренный йоддефицит (табл. 2). В центральном районе умеренную степень тяжести дефицита йода имеют 44 % обследованных, в пос. Энергетик – 50 %, легкая степень характерна для 56 % и 50 % детей соответственно (табл. 3). Обнаруженное увеличение щитовидной железы, полученное при пальпации, подтверждает тяжесть йодного дефицита популяции детей в возрасте от 4–6 лет.

Высокая частота йоддефицита среди детей г. Братска определяет необходимость в групповой профилактике. Высокий уровень выявляемости йоддефицитных состояний среди обследованной группы населения свидетельствует о необходимости проведения индивидуальной профилактики на территории г. Братска. Необходимо широкое внедрение в рацион питания населения йодированных продуктов, что является непосредственной целью

Таблица 1

Содержание фтора в биосубстратах у детей дошкольного возраста г. Братска

2012 г.					
Район наблюдения	Количество обследованных детей	Содержание фтора в моче, мг/дм³			
		Среднее значение ± ошибка	Медиана (Q₁; Q₃)		
пос. Энергетик					
Всего	50	0,51 ± 0,04	0,42 (0,31; 0,67)		
Мальчики	22	0,42 ± 0,05	0,36 (0,25; 0,50)		
Девочки	28	0,58 ± 0,06	0,55 (0,33; 0,91)		
Центральный район					
Всего	48	0,80 ± 0,05	0,76 (0,55; 0,79)		
Мальчики	27	0,98 ± 0,08	0,78 (0,76; 1,27)		
Девочки	21	0,59 ± 0,03	0,63 (0,43; 0,75)		
	Число наблюдений	Содержание фтора в зубах, мг/кг			
		Среднее значение ± ошибка	Медиана (Q₁; Q₃)	Т	р
пос. Энергетик	30	0,173 ± 0,015	0,167 (0,118; 0,218)	1,4	0,05
Центральный район	30	0,387 ± 0,022	0,372 (0,283; 0,492)		

Таблица 2

Содержание йода в моче у детей дошкольного возраста г. Братска

2012 г.			
Район наблюдения	Количество обследованных детей	Содержание йода в моче, мкг/л	
		Среднее значение ± ошибка	Медиана (Q ₁ ; Q ₃)
пос. Энергетик			
Всего	50	54,5 ± 2,2	56,6 (38,4; 67,4)
Мальчики	22	48,3 ± 2,7	47,5 (35,8; 58,3)
Девочки	28	59,3 ± 3,2	65,0 (42,0; 71,7)
Центральный район			
Всего	48	56,1 ± 2,9	48,7 (39,9; 70,5)
Мальчики	27	61,4 ± 3,6	55,3 (42,2; 74,6)
Девочки	21	49,4 ± 4,6	39,6 (38,0; 63,6)

Примечание: * – по критериям ВОЗ (Всемирная организация здравоохранения) уровень йода в моче ниже 20 мкг/л составляет выраженный (тяжелый) йоддефицит, от 20 до 49 мкг/л – умеренный (среднетяжелый); от 50 до 99 мкг/л – легкий; равный и более 100 мкг/л – йодный дефицит отсутствует.

Таблица 3
Распространенность и тяжесть йодного дефицита у детей дошкольного возраста г. Братска, %

Район проживания	2012 г.			
	Тяжелая степень	Умеренная степень	Легкая степень	Нормальный уровень йодурии
Центральный	–	44,0	56,0	–
пос. Энергетик	–	50,0	50,0	–

массовой профилактики. Так, многие страны, выполняющие программу йодирования соли, резко сократили распространенность дефицита йода во всем мире [8, 10].

Таким образом, сочетанное влияние фтористого загрязнения и дефицита йода является главным фактором проблемы йоддефицитных заболеваний. В связи с этим в условиях избыточного поступления фтора общепринятая методика профилактики йоддефицита требует дополнительного анализа и коррекции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бойчук Е.Б., Казакова Л.М., Ровда Ю.И., Трофимов А.Ф. Распространение увеличения щитовидной железы и уровень экскреции йода с мочой у детей г. Кемерово // Педиатрия. – 2000. – № 4. – С. 51.
2. 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.
3. Способ фотометрического определения йода в моче: пат. № 2265847 Рос. Федерация: МПК G01N33/52, G01N33/84 / Дорогова В.Б., Кучерявых Е.И., Маторова Н.М., заявитель Дорогова В.Б., Кучерявых Е.И., Маторова Н.М.; патентообладатель Дорогова В.Б., Кучерявых Е.И., Маторова Н.М. – №2003112518/15, заявл. 28.04.2003; опубл. 10.12.2005, Бюл. 34 – 1 с.
4. Танделов Ю.П. Фтор в системе почва – растение. – 2-е изд., перераб. и доп. под ред. акад. РАСХН В.Г. Минеева. – Красноярск, 2012. – 146 с.
5. Фтор и фториды. Гигиенические критерии состояния окружающей среды 36. – Женева: ВОЗ, 1989. – 114 с.
6. Шалина Т.И., Васильева Л.С., Савченков М.Ф. Морфогенез костей кисти у детей промышленных городов: монография. – Иркутск, 2009. – С. 128.
7. Aquaron R., Delange F., Marchal P. et al. Bioavailability of seaweed iodine in human beings // Noisy-le-grand. – 2002. – № 48 (5). – P. 563–569.
8. Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc. Institute of Medicine, Food and Nutrition Board. – Washington, DC: National Academy Press, 2001. – P. 7.
9. Patrick L. Iodine: deficiency and therapeutic considerations // Altern Med Rev. – 2008. – № 13(2). – P. 116–127.
10. United Nations Children's Fund & International Council for the Control of Iodine Deficiency Disorders. Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination. World Health Organization. – 3rd ed. – Geneva, Switzerland: WHO, 2007. – 107 p.

Сведения об авторах

Шин Нина Сергеевна – аспирант кафедры общей гигиены ГБОУ ВПО «Иркутский государственный медицинский университет» (664003, Иркутск, ул. Красного восстания, 1, ИГМУ (3952) 24-07-78, e-mail: shin_ns@mail.ru)

Савченков Михаил Федосович – доктор медицинских наук, профессор, академик РАМН, заведующий кафедрой общей гигиены ГБОУ ВПО «Иркутский государственный медицинский университет» (664003, Иркутск, ул. Красного восстания, 1, ИГМУ (3952) 24-07-78)

Журба Ольга Михайловна – кандидат биологических наук, исполняющая обязанности заведующей лаборатории физико-химических методов исследования Ангарского филиала ФГБУ «ВСНЦ ЭЧ» СО РАМН; (665827 Иркутская обл., г. Ангарск, а/я 1170; контактный телефон (3955) 55-40-88; e-mail: labchem99@gmail.com)

Горева Елена Леонидовна – главный врач филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Иркутской области» в г. Братске и Братском районе (тел. (3953) 42-94-00, e-mail: sesbra@irmail.ru)