



## СОДЕРЖАНИЕ ЙОДА И ФТОРА В ВОДЕ ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ СИСТЕМ ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ<sup>1</sup>

**Л.Ф. Голдовская-  
Перистая<sup>1</sup>**

**В.А. Перистый<sup>1</sup>**

**А.А. Шапошников<sup>1</sup>**

**Е.А. Денисов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Белгородский  
государственный  
университет,  
Россия, 308015, г. Белгород,  
ул. Победы, 85

E-mail: peristaya@bsu.edu.ru

<sup>2</sup> МУП «Горводоканал»,  
Россия, 308000, г. Белгород,  
ул. III Интернационала, 40

Проведено исследование воды централизованной системы питьевого водоснабжения Белгородской области по содержанию йода и фтора. Установлено, что концентрация йодид-ионов в воде не превышает предельно допустимого значения и соответствует нижней границе норматива физиологической полноценности питьевой воды. Обнаружена слабая степень йодной недостаточности. Установлен дефицит фторид-ионов в питьевой воде. По их содержанию исследуемая вода не удовлетворяет нормативу физиологической полноценности. Данасанитарно-гигиеническая оценка полученным результатам.

Ключевые слова: питьевая вода, йодид-ионы, фторид-ионы, предельно допустимая концентрация, йодная недостаточность.

### Введение

В последние годы отмечается повышенное внимание исследователей во всем мире к проблеме истощения запасов пресных вод, пригодных для хозяйственно-питьевого водоснабжения [1].

В условиях дефицита пресной воды уже сейчас живут 1.1 млрд. человек. По прогнозам ученых, к 2025 году их число в мире превысит 3 млрд. [1]. От недостатка воды будут страдать 40% жителей Земли [2]. Водная проблема в мире состоит не только в дефиците пресной воды, но и в ухудшении ее качества.

В нашей стране сосредоточено 22% всех мировых запасов пресной воды. Но и у нас, в России, есть проблемы с питьевой водой, несмотря на ее большие запасы. Во-первых, она географически распределена не равномерно, многие субъекты Российской Федерации испытывают недостаток пресной питьевой воды. Во-вторых, есть большие претензии к ее качеству. Каждый второй житель России вынужден использовать воду, не соответствующую по ряду показателей гигиеническим требованиям. Поэтому в России принята программа «Чистая вода» [3, 4].

Около 70% населения России пользуются услугами централизованного водоснабжения. Примерно 67% всей водопроводной воды подается из поверхностных водных объектов, а 33% - из подземных источников. В Центральной Европе системы централизованного водоснабжения только около 30% воды берутся из поверхностных источников [5].

Основным источником питьевых вод Белгородской области являются подземные воды. Для централизованного питьевого водоснабжения используется вода только подземных источников [6].

Химический состав подземных вод формируется под влиянием многих природных факторов и в различных географических зонах имеет свои региональные особенности. Он редко сбалансирован в благоприятном для организма человека соотношении и обычно характеризуется избыточным или недостаточным содержанием тех или иных макро- или микроэлементов [7].

К микроэлементам относятся те вещества, содержание которых в подземных водах составляет менее 1 мг/л. Концентрация некоторых микроэлементов (йод) иногда достигает значений 1-5 мг/л [7]. Например, сравнительно высокие концентрации йода в подземных водах были обнаружены при разработке Астраханского газоконденсатно-

<sup>1</sup> Работа выполнена при частичной поддержке гранта БелГУ ВКГ 041-08



го месторождения. Считают, что первоисточником этого йода являются морские организмы.

Микроэлементы обладают высокой биологической активностью и поэтому, несмотря на их малое содержание, существенно влияют на качество подземных вод [7].

К широко распространенным микроэлементам подземных вод в мире относятся йод и фтор [7].

В земной коре и почве йод содержится в значительно меньших количествах, чем фтор. В организме же человека содержание йода примерно в 4 раза больше, чем фтора: масса фтора составляет около 7 мг ( $\sim 1 \cdot 10^{-5}$  масс. %), а йода – около 25 мг ( $4 \cdot 10^{-5}$  масс. %) [8].

Основным источником йода на планете является мировой океан, куда этот элемент приносится из атмосферы водными потоками и ледниками. Йодид-ионы окисляются под влиянием света (с длиной волны до 560 нм) до элементного йода. Ежегодно с поверхности мирового океана испаряется около 400000 тонн йода, концентрация которого в морской воде составляет 0.39–0.47 кмоль/л. Атмосферный йод, как правило, поступает в почву с осадками (5,5 нмоль/л). Соединения йода из почвы легко вымываются дождем и снегом, вследствие чего в местностях с обильными осадками и хорошо дренируемыми почвами возможно возникновение дефицита йода у человека. Количество йода в воде отражает его содержание в почве, причем концентрация йода меньше 1.58 нмоль/л свидетельствует о дефиците этого элемента. В пище и воде йод присутствует в виде йодидов [9].

Йод относится к числу незаменимых биогенных элементов, и его соединения играют важную роль в процессах обмена веществ. Из общего количества йода в организме человека большая часть находится в щитовидной железе. Почти весь йод, содержащийся в этой железе, находится в связанном состоянии (в виде гормонов) и только 1% его находится в виде йодид-ионов [8]. В крови йод присутствует в неорганической и органической формах [9].

При недостатке йода возникает заболевание – эндемический зоб. По данным ВОЗ, в мире насчитывается около 200–400 млн. больных эндемическим зобом, причем наиболее выраженные эндемии зарегистрированы в горных районах: в Альпах, на Алтае, в Андах, Гималаях, на Кавказе, в Карпатах, Кордильерах и на Тянь-Шане. В равнинных районах эндемический зоб встречается в тропических районах Африки, Южной Америки, а также странах Восточной Европы, в Западной Украине, в Белоруссии (Полесье), некоторых районах Средней Азии. В России районами эндемии являются верховья Волги, Урал, Северный Кавказ, Алтай, ряд районов Забайкалья и Дальнего Востока, долины больших сибирских рек [9].

Разные исследователи придерживаются неодинаковых взглядов на значение фтора как биоэлемента. Некоторые считают, что эссенциальность фтора для животного организма нельзя считать окончательно доказанной. Известный русский биохимик и биогеохимик В.В. Ковальский считал, что фтор является незаменимым биоэлементом [9].

В основе биологического действия фторид-иона лежит его способность эффективно замещать гидроксид-ион не только апатитокостной ткани, но и в неминерализованных тканях. Фтор благоприятно влияет на костную ткань взрослого человека. Образование защитного эмалевого слоя на зубах объясняется превращением гидроксилapatита  $Ca_5(PO_4)_3OH$  в более твердый фторapatит  $Ca_5(PO_4)_3F$  [8].

К проявлениям недостаточности фтора в организме человека большинство исследователей относят остеопороз и кариес зубов [9].

Отрицательное воздействие на здоровье оказывает не только недостаток фтора, но и его избыток, который вызывает флюороз. Эндемический флюороз встречается в природных зонах с высоким содержанием фтора в водоисточниках. Концентрация фтора выше 1.5 мг/л является потенциально флюорозогенной, особенно в условиях жаркого климата. К природным зонам с высоким содержанием гидрофтороза относятся юговосточные районы Украины, некоторые районы Молдавии, Северного Казахстана, Индии, Китая, Танзании и др.

Происхождение природного флюороза, как правило, связано с районами старой или современной вулканической деятельности, а также с так называемыми фос-



фатными зонами. Флюороз характеризуется эрозивно-пигментированными поражениями зубов, изменениями скелета и некоторыми другими патологиями [9].

Целью данной работы явилась оценка качества воды централизованных систем питьевого водоснабжения Белгородской области по содержанию йода и фтора. Эти показатели входят в перечень гигиенических требований к качеству питьевой воды.

### Методы исследования

Для исследования были взяты пробы воды централизованной системы питьевого водоснабжения (водопроводной воды) во всех районных центрах Белгородской области (всего 21 район).

Концентрацию йодид- и фторид-ионов определяли по стандартным методикам [10]. Для определения концентрации йодид-ионов использовали фотометрический метод, основанный на катализирующем действии йодид-иона на реакцию окисления роданид-иона железом (III). Концентрацию фторид-ионов в воде определяли ионометрическим методом с использованием F – селективного электрода.

Исследование проведено в 2007–2009 гг.

### Результаты и их обсуждение

Проведенное нами исследование показало, что концентрация йодид-ионов во всех пробах водопроводной воды не превышает предельно допустимую концентрацию (0.125 мг/л) для воды централизованных систем питьевого водоснабжения (ЦСПВ) [11]. Результаты определения концентрации йодид-ионов в воде представлены на карте (рис.1). Наименьшая концентрация йодид-ионов (около 0.01 мг/л) отмечается в западных районах (Ракитное, Красная Яруга) и некоторых центральных районах (Белгород, Строитель). Немного большее содержание йода в воде (~0.015 мг/л) наблюдается в нескольких восточных и юго-восточных районах (Чернянка, Бирюч, Алексеевка, Ровеньки). В большинстве районов концентрация йодид-ионов в воде составляет 0.02 мг/л. Наиболее удовлетворительной по содержанию йодид-ионов является питьевая вода в Старом Осколе (0.05 мг/л) и Красном (0.04 мг/л), расположенным на северо-востоке области. В большинстве проб содержание йодид-ионов составляет 0.01–0.02 мг/л, что соответствует нижней границе норматива физиологической полноценности питьевой воды (0.010–0.125 мг/л) [12]. Таким образом, нами обнаружена только слабая степень йодной недостаточности. Это согласуется с результатами ученых РАМН (центра по йоддефицитным заболеваниям Министерства здравоохранения), которыми в 2000 году было проведено исследование мочи школьников в 4-х районах Белгородской области (Алексеевский, Борисовский, Грайворонский, Яковлевский). И только в Алексеевском районе ими была обнаружена слабая степень йодной недостаточности.

Сравнительно высокую распространенность патологий щитовидной железы в Белгородской области можно объяснить не столько йодной недостаточностью питьевой воды (она слабо выражена), сколько другими факторами.

Гипофункция щитовидной железы может возникнуть и в результате действия зобогенных веществ, которые содержатся практически во всех видах крестоцветных. Установлено, что зобогенным действием обладает свежая капуста, семена рапса, брюква, белая и черная горчица, кукуруза, просо, некоторые сорта бобов и другие продукты. Известно, что белый клевер вызывает нарушение функции щитовидной железы у сельскохозяйственных животных [9].

В возникновении эндемического зоба определенное значение могут иметь геохимические факторы. Как показывают исследования В.В. Ковальского (1974 г.), распространение эндемического зоба совпадает не только с недостатком йода в природной среде, но и с избытком или дефицитом таких элементов, как кобальт, марганец, кальций и стронций [9]. В Белгородской области таким геохимическим фактором является избыток кальция в почве и воде, а также высокое содержание марганца – металла, сопутствующего железным рудам, которыми так богата Белгородская область. Нашими исследованиями, проведенными ранее, установлено, что концентрация ионов

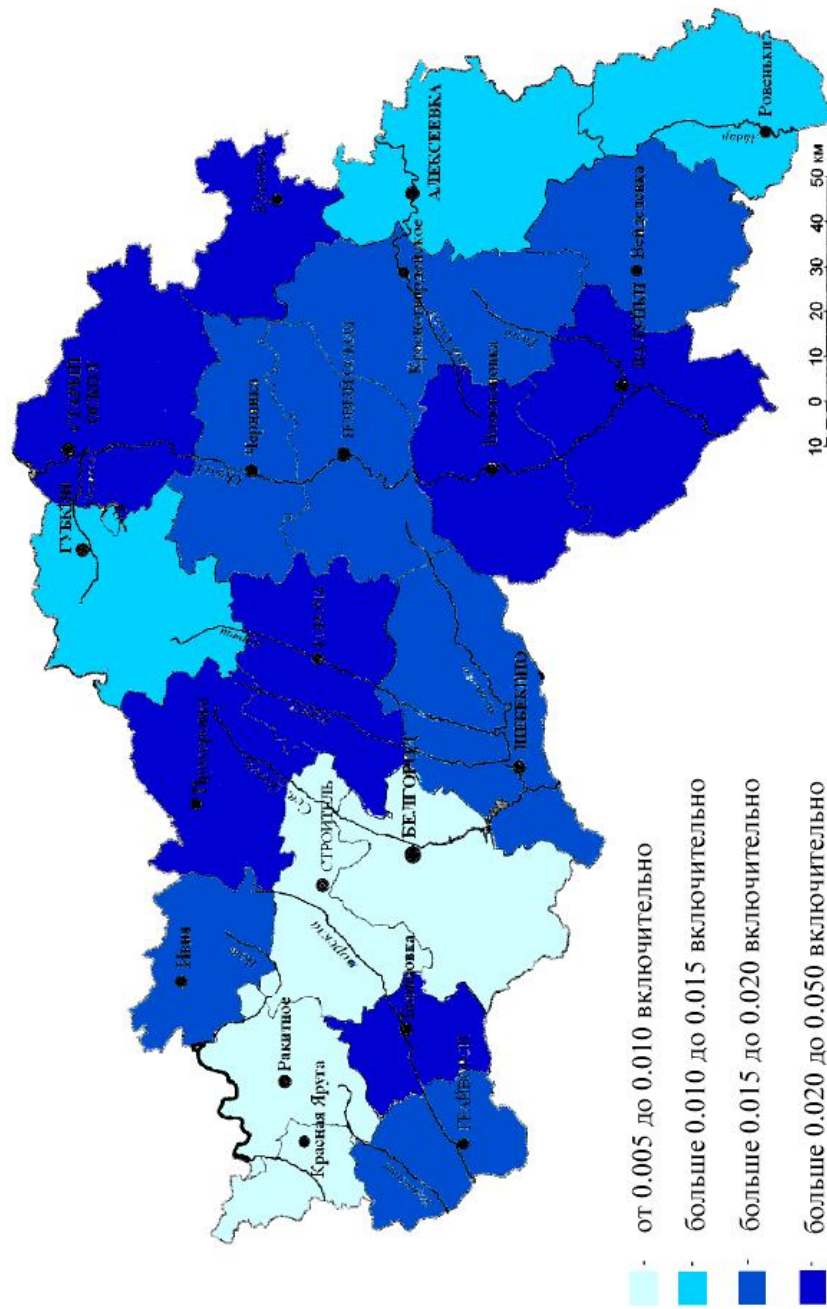


Рис. 1. Карта ранжирования качества воды ЦСПВ Белгородской области по содержанию йодид-ионов (мг/л)



кальция в воде централизованных систем питьевого водоснабжения в различных районах составляет от 104 до 174 мг/л [13, 14]. А.П. Авцын и другие считают, что в ткани щитовидной железы могут наблюдаться признаки нарушения минерального обмена, в частности кальцинозы, которые могут быть и внутриклеточными с выпадением солей кальция в дистрофических измененных тироцитах. Причиной этих изменений может быть гиперкальциемия [9].

Исследования, проведенные учеными Белгородского государственного университета на животных, подтверждают правильность наших рассуждений о вышеуказанных причинах эндемического зоба [15, 16]. В их работе показано, что повышение концентрации кальция, магния и железа в питьевой воде вызывают морфофункциональные изменения в щитовидной железе [16].

Заболевания щитовидной железы могут иметь генетическую природу и быть связанными с нарушениями иммунной системы [9].

Одной из причин патологии щитовидной железы в Белгородской области является Чернобыльский «след». Юго-восточные районы области входят в зону радиационно загрязненных территорий.

Еще одним критерием оценки качества питьевой воды в нашей работе явилось определение концентрации фторид-ионов (рис. 2). Исследования показали, что содержание фторид-ионов в водопроводной воде не превышает предельно допустимого значения (1.5 мг/л) [11]. В большинстве проб концентрация фторид-ионов составляет от 0.1 до 0.5 мг/л. По содержанию фторид-ионов подземные воды, используемые для централизованной системы питьевого водоснабжения в Белгородской области, не удовлетворяют нормативу физиологической полноценности (0.5-1.5 мг/л) [12]. Малые концентрации фторид-ионов (0.1-0.35 мг/л) преимущественно отмечаются в питьевой воде северо-восточных и юго-восточных районов (Губкин, Старый Оскол, Чернянка, Красное, Новый Оскол, Бирюч, Алексеевка, Волоконовка, Валуйки, Вейделевка). В водопроводной воде западных и центральных районов (Ракитное, Красная Яруга, Грайворон, Борисовка, Строитель, Белгород) концентрация фторид-ионов несколько больше, она составляет 0.35-0.5 мг/л.

Таким образом, нами установлен дефицит фтора в питьевой воде. К проявлениям недостаточности фтора относятся кариес зубов и остеопороз.

Принято считать, что остеопороз в основном обусловлен недостатком кальция, а значение фтора не дооценивается. В других регионах, возможно, главенствующую роль играет первая причина, в Белгородской же области при избытке кальция причиной этого заболевания, вероятнее всего, является дефицит фтора. Гипофтороз в организме человека обнаруживается по часто встречающимся костным переломам в старческом возрасте, в частности переломам шейки бедра.

В Белгородской области дефицит фтора в питьевой воде проявляется в сравнительно большом числе больных кариесом. По данным областного медицинского информационно-аналитического центра, нуждаемость в санации взрослого населения и подростков (из числа лиц, осмотренных стоматологами) в 2001–2003 гг. была на 1-3% выше, чем в среднем по России. В 2005 году она увеличилась на 1% (по сравнению с 2004 годом) и ее превышение составило 3.2%. Потребность в санации выше областного показателя преимущественно отмечается в тех районах, где содержание фтора в питьевой воде ниже.

### Выводы

Проведенное исследование воды централизованной системы питьевого водоснабжения Белгородской области позволяет сделать следующие выводы:

- 1) концентрация йод-ионов в воде не превышает предельно допустимого значения и соответствует нижней границе норматива физиологической полноценности питьевой воды. Обнаружена слабая степень йодной недостаточности;
- 2) установлен дефицит фтора в питьевой воде, по его содержанию исследуемая вода не удовлетворяет нормативу физиологической полноценности.

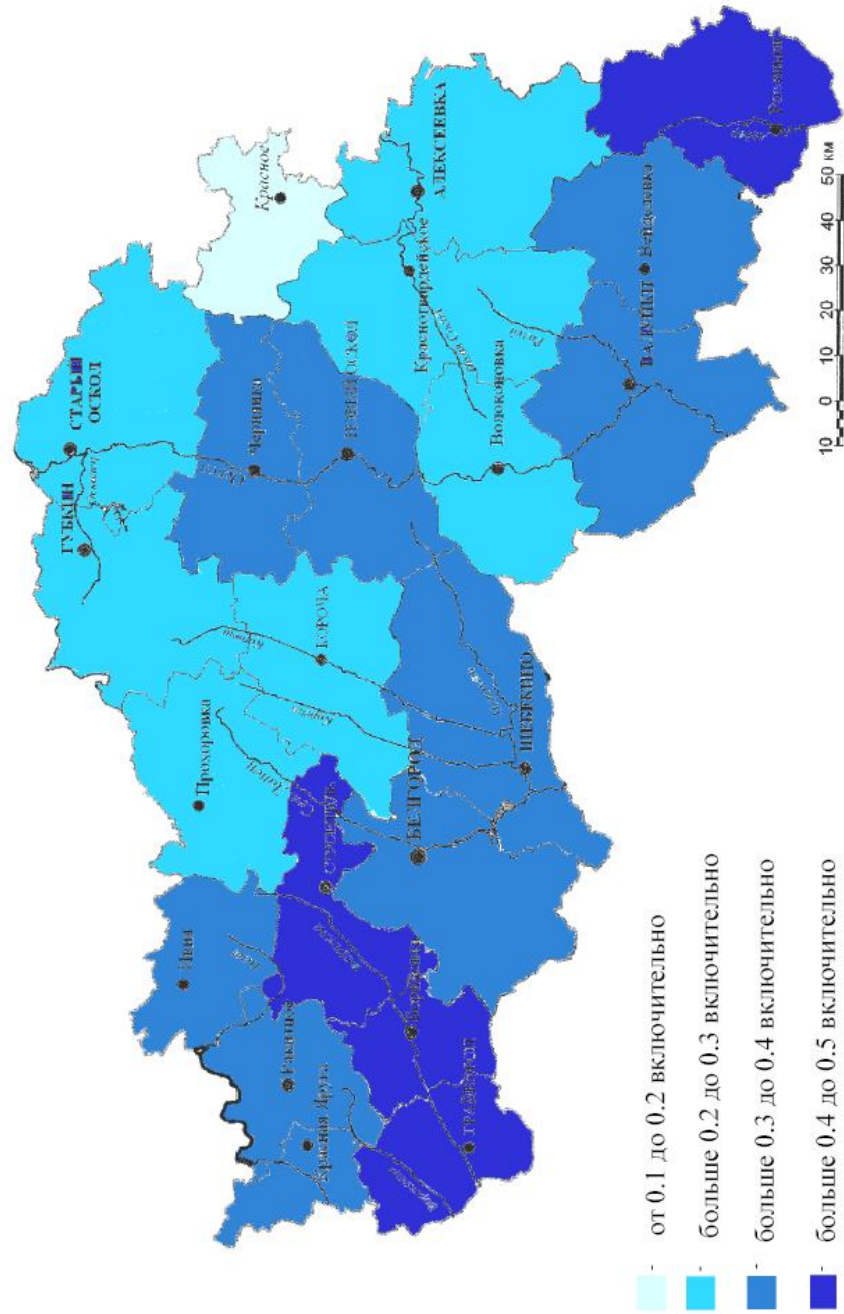


Рис. 2. Карта ранжирования качества воды ЦСПВ Белгородской области по содержанию фторид-ионов (мг/л)



### Список литературы

1. Международное десятилетие действий «Вода для жизни» 2005-2015 гг.: Начало пути // Вестник экологического образования в России. – 2007. – № 4 (46). – С.12–14.
2. Головачев А.В., Крамар Д.В., Беляева Е.А. Граждане России о питьевой воде// Водоснабжение и санитарная техника. – 2008. – № 3, ч. 1. – С. 17–21.
3. Документы VII съезда Всероссийской политической партии «Единая Россия». – 2006. – № 47 (от 4 декабря 2006 г.).
4. Всероссийская политическая партия «Единая Россия». Об основных направлениях по проекту «Чистая вода» и о деятельности рабочей группы партийного проекта «Чистая вода». – М., 2008. – 7 с.
5. Пупырев Е., Примин О. Централизованное водоснабжение в России// Коммунальный комплекс России. – 2007. – № 1 (31). – С. 4–10.
6. Экология Белгородской области / А.Н. Петин, Л.Л. Новых, В.И. Петина, Е.Г. Глазунов. – М.: Изд-во МГУ, 2002. – 288 с.
7. Плотноков Н.И. Подземные воды – наше богатство. – М.: Недра, 1990. – 205 с.
8. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов: Учеб. для мед. спец. вузов / Ю.А. Ершов, В.А. Попков, А.С. Берлянд и др.: Под ред. Ю.А. Ершова. – М.: Высш. шк., 1993. – 560 с.
9. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология/ А.П. Авцын, А.А. Жаворонков, М.А. Риш, Л.С. Строчкова; АМН СССР. – М.: Медицина, 1991. – 496 с.
10. Государственный контроль качества воды. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 698 с.
11. СанПиН 2.1.4. 1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».
12. СанПиН 2.1.4. 1116-02 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в емкости. Контроль качества».
13. Голдовская-Перистая Л.Ф., Перистый В.А., Шапошников А.А. Гигиеническая оценка качества питьевой воды централизованной системы водоснабжения Белгородской области по некоторым химическим показателям// Научные ведомости БелГУ. Серия «Естественные науки». – 2008. - № 3 (43). Выпуск 6. – С. 140-146.
14. Голдовская-Перистая Л.Ф., Перистый В.А., Шапошников А.А., Денисов Е.А. Оценка качества питьевой воды Белгородской области по химическому составу и свойствам// Научные ведомости БелГУ. Серия «Естественные науки». – 2008. - № 7 (47). Выпуск 7. – С. 66–70.
15. Надеждин С.В., Перистая Л.Ф., Павлов И.А., Таранова Е.И. Исследование минеральных столовых вод в профилактике и коррекции патологии щитовидной железы // Научные ведомости БелГУ. Серия «Медицина». – 2004. – №1 (18). – С.88–90.
16. Надеждин С.В., Павлова Т.В., Павлова Л.А. Морфофункциональные особенности нейроэндокринных сдвигов в организме под влиянием микроэлементного состава питьевой воды на примере Белгородской области // Научные ведомости БелГУ. Серия «Медицина» . – 2002. – №1 (16). – С.141–146.

### IODINE AND FLUORINE CONTENT IN WATER OF THE CENTRALIZED SYSTEMS OF DRINKING WATER SUPPLY OF THE BELGOOD REGION

**L.F. Goldovskaya-Peristaya**<sup>1</sup>

**V.A. Peristy**<sup>1</sup>

**A.A. Shaposhnikov**<sup>1</sup>

**E.A. Denisov**<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Belgorod State University, Pobedy Str., 85, Belgorod, 308015, Russia

E-mail: peristaya@bsu.edu.ru

<sup>2</sup>«Gorvodokanal», III international Str., 40, Belgorod, 30800, Russia

The study of iodine and fluoride content in water of the centralized drinking water supply system of the Belgorod region is carried out. It is found that the concentration of iodide ions in water does not exceed the maximum permissible value and corresponds to the lower boundary of the physiologic full-value standard for drinking water. Weak iodine insufficiency has been detected. The deficiency of fluoride ions in drinking water is found. As for their content water investigated does not satisfy to the physiologic full-value standard. The sanitary-hygienic evaluation of the results is given.

Key words: drinking water, iodide ions, fluoride ions, maximum permissible concentration, iodine insufficiency.