

**ПРИОРИТЕТНЫЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ, ОКАЗЫВАЮЩИЕ НЕГАТИВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ**

Синода В.А., Кудрич Л.А., Жмакин И.А., Васильев П.В.

*ФГБОУ ВО Тверской государственный медицинский университет Минздрава России*

**PRIORITY DRINKING WATER POLLUTANTS HAVING A NEGATIVE IMPACT ON THE HEALTH OF THE POPULATION OF THE TVERSK REGION**

Synoda V.A., Kudrich L.A., Zhmakin I.A., Vasilyev P.V.

*Tver State Medical University*

*Аннотация. Представлены результаты социально-гигиенического мониторинга питьевой воды в Тверской области за 2018 год. Выявлены приоритетные загрязнители питьевой воды, которые оказывают негативное воздействие на состояние здоровья населения. Снижение качества питьевой воды в Тверской области связано с органолептическими признаками и обобщенными показателями (общая жесткость, цветность и мутность). Основными загрязнителями питьевой воды в Тверской области являются химические вещества – железо, марганец и фтор. Представлен обзор научных данных о влиянии загрязнителей питьевой воды на состояние здоровья и показатели заболеваемости населения. Указана их роль в развитие патологии определенных органов и систем человека.*

*Ключевые слова: Тверская область, питьевая вода, загрязнители, социально-гигиенический мониторинг, хозяйственно-питьевое водоснабжение, здоровье населения, железо, марганец, фтор.*

*Summary. The results of social and hygienic monitoring of drinking water in the Tver region for 2018 are presented. Priority pollutants of drinking water, which have a negative impact on the health of the population, have been identified. The decrease in the quality of drinking water in the Tver region is associated with organoleptic signs and generalized indicators (general hardness, color and turbidity). The main pollutants of drinking water in the Tver region are chemicals-iron, manganese and fluorine. The review of scientific data on the influence of drinking water pollutants on the health status and morbidity rates of the population is presented. Their role in development of pathology of certain organs and systems of the person is specified.*

*Keywords: Tver region, drinking water, pollutants, social and hygienic monitoring, drinking water supply, public health, iron, manganese, fluorine.*

Вода в нативном виде или в составе различных пищевых продуктов является наиболее объемно и часто потребляемой частью суточного рациона

питания человека. Являясь единственной природной чистящей жидкостью на Земле, она постоянно подвергается химическому и биологическому загрязнению, интенсивность которого все в большей мере превышает технологические возможности ее необходимой очистки и природную способность к самоочищению. В связи с этим водохозяйственные организации все чаще сталкиваются с невозможностью обеспечения населения в полной мере доброкачественной питьевой водой (ПВ), тем более в условиях расширяющихся знаний о новых необходимых показателях и нормативах качества воды, предназначенной для потребления человеком. Многочисленными исследованиями в России и за рубежом установлено влияние качества ПВ на состояние здоровья населения [4, 8, 19, 26, 27].

Результаты социально-гигиенического мониторинга ПВ и водных объектов в местах водопользования, проводимые в Тверском регионе, свидетельствуют о том, что одной из наиболее значимых проблем состояния среды обитания населения Тверской области остается качество ПВ, которое может оказывать негативное влияние на здоровье населения Тверской области [5,20].

**Цель настоящего исследования** заключалась в выявлении приоритетных загрязнители питьевой воды, оказывающих негативное воздействие на состояние здоровья населения Тверской области и анализ качества питьевой воды, как одного из основных факторов, формирующих среду обитания в регионе.

В работе были применены следующие **методы исследования** – анализ литературных источников о влиянии качества ПВ на состояние здоровья населения, анализ и обработка статистических материалов социально-гигиенического мониторинга состояния ПВ на территории всех муниципальных районов и городов Тверской области, сравнения, систематизации и картографирования. Анализ загрязнения ПВ проводился по материалам Государственного доклада «О состоянии и об охране окружающей среды в Тверской области в 2018 году» Министерства природных ресурсов и экологии Тверской области. В докладе использовались данные мониторинга загрязнения ПВ в Тверской области. Мониторинг проводило ФГБУ «Тверской областной центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» в 2018г. [20]. Также были проанализированы сведения о состоянии ПВ городских и сельских поселений Тверской области из Государственного доклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Тверской области в 2018г.» Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Тверской области [5].

Работы отечественных и зарубежных ученых показывают, что в наибольшей степени гидрохимический состав ПВ влияет на заболеваемость эндемическими болезнями, развитие патологии сердечно-сосудистой системы и желудочно-кишечного тракта человека [4, 8, 32, 33]. Установлено, что риск воспалительных заболеваний кишечника, в т.ч. неспецифического язвенного колита и болезни Крона, связан с высоким содержанием в ПВ железа,

которое катализирует окислительный стресс, вызывает воспаление, увеличивает скорость клеточных мутаций и вероятность иммунных реакций у генетически предрасположенных лиц [30]. Длительное употребление воды, в которой превышены предельно допустимые концентрации (ПДК) железа, способствует увеличению общей заболеваемости, развитию болезней крови, кожи и подкожной клетчатки, костно-мышечной системы, органов пищеварения, мочеполовой системы, аллергических заболеваний [7]. Среди населения, употребляющего высокоминерализованную сульфатно-кальциевую воду, чаще встречаются заболевания органов пищеварения [24]. Химический состав ПВ способен влиять на минеральный гомеостаз организма человека. Различия в содержании  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  могут иметь отношение к распространенности артериальной гипертензии [1, 8]. Избыток кремния и марганца, а также дефицит и дисбаланс кальция и магния можно рассматривать в качестве потенциальных факторов риска возникновения у населения мочекаменной болезни, заболеваний кожи, сердечно-сосудистой системы и органов пищеварения [15]. В то же время, в последние годы появился ряд работ, в которых говорится о том, что такие показатели ПВ, как жесткость, содержание кальция и магния не оказывают влияние на заболеваемость сердечно-сосудистой системы [36]. В исследовании нидерландских ученых отмечено отсутствие значимой связи между жесткостью ПВ, содержанием в ней кальция, магния и смертностью от ишемической болезни сердца (ИБС) и инсульта [35]. В аналитическом обзоре английских ученых также говорится о различных результатах исследований, посвященных влиянию жесткости ПВ и содержания в ней кальция на возникновение сердечно-сосудистых заболеваний [32]. Установлена связь роста заболеваемости нефролитиазом с высокой природной минерализацией и жесткостью воды, высоким уровнем содержания хлоридов и сульфатов [10]. Имеются данные о том, что хроническое поступление марганца с ПВ оказывает нейротоксическое действие и вызывает интеллектуальные нарушения у детей [31], избыток данного элемента является также причиной повышенного риска смертности в течение первого года жизни [34]. Доказана связь хронического воздействия марганца, поступающего с ПВ, с ростом заболеваемости населения в явных и скрытых формах. Марганец воздействует на функциональное состояние центральной нервной системы, систему крови и процессы кроветворения, процесс нервно-мышечной проводимости, структуру костной ткани, всасывающую способность кишечника, выделительную систему (почки), жировой и углеводный обмен, состояние системы клеточного иммунитета и неспецифической резистентности [14]. В случае комплексного воздействия неблагоприятных экологических факторов на здоровье человека предлагаются различные способы и методики прогнозирования и оценки последствий их действия. Это системы экологического мониторинга [17], набор индикаторных маркеров среды и здоровья [21], способ оценки величины антропогенной нагрузки [23], методы математико-статистического анализа изучаемых показателей для установления достоверных причинно-следственных связей и проведения

своевременных природоохранных и оздоровительных мероприятий [28], способ оценки оптимального физического развития [22] и др.

Интегральным показателем загрязнения хлорорганическими соединениями является цветность ПВ. Между онкологической смертностью и цветностью ПВ установлена прямая положительная корреляция с высоким коэффициентом. У жительниц городов, употребляющих хлорированную воду с высокой остаточной цветностью 45-190 градусов, установлено наибольшее число нарушений течения беременности, родов и патологии [9].

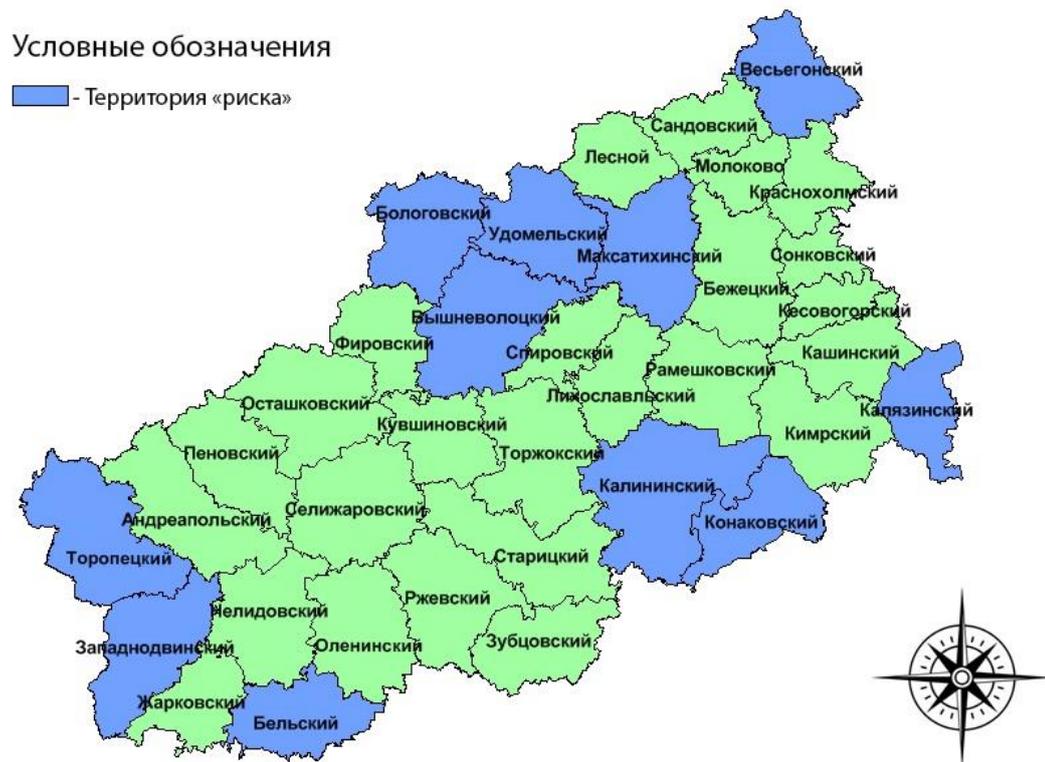
Питьевая вода является основным источником поступления в организм фтора, из которой он усваивается на 90-97 %. Избыточное поступление фтора, отмечаемое в Тверском регионе, приводит к флюорозу. В более тяжелых случаях может быть повреждена вся зубная эмаль. При флюорозе скелета фтор в течение многих лет постепенно накапливается в костях, что приводит к тугоподвижности и боли в суставах, полиневритам и изменению костей. В тяжелых случаях это может вызвать изменения костных структур, остеопатии техногенные, кальциноз связок и деформации [16, 18, 19, 29]. Ряд исследователей установили прямую связь заболеваний выделительной системы с повышенным содержанием фтора в ПВ [2]. Отмечено, что фтор, попадая в организм человека, оказывает токсическое воздействие на целый комплекс органов и систем, включая кардиореспираторную, нейроэндокринную, костно-мышечную системы [6].

Для определения негативных тенденций в состоянии здоровья населения Тверской области, связанных с качеством ПВ, выявляются приоритетные загрязнители ПВ в регионе. К ним относятся: железо, фтор и марганец. Также отмечена тенденция зависимости состояния здоровья граждан от значений органолептических признаков и обобщенных показателей ПВ (общая жесткость, цветность, мутность) [5]. Оптимизация условий водопользования должна базироваться на учете региональных особенностей формирования качества воды подземных и поверхностных источников водоснабжения, учете эффективности региональных водоохранных программ, программ водоподготовки, координации деятельности хозяйствующих субъектов и надзорных органов в управлении качеством воды на основе социально-гигиенического мониторинга [26]. Комплексный анализ качества ПВ дал возможность составить модель управления процессами, направленными на снижение влияния факторов окружающей среды на здоровье населения Тверской области по приоритетным факторам риска. В основу этой работы заложены комплексные исследования по этапам формирования качества ПВ: водосборные территории, источники водоснабжения, водоподготовка, транспортирование и лабораторный контроль [25]. В Тверской области важную и во многом определяющую роль по вопросам оптимизации условий водопользования выполняют: Министерство природных ресурсов и экологии Тверской области, Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Тверской области, ФГБУ «Тверской областной центр по гидрометеорологии и мониторингу

окружающей среды», Тверская межрайонная природоохранная прокуратура и другие государственные, а также общественные организации. Важная роль в обеспечении научного подхода к оценке различных экологических и природоохранных вопросов с учетом региональных особенностей, в том числе проблем водопользования в Тверской области отводится Тверскому государственному медицинскому университету и имеющимся в нем профильным кафедрам, а также научно-исследовательским лабораториям [3, 11, 12, 13].

Для оценки влияния качества ПВ на здоровье населения на протяжении ряда лет проводятся ежемесячные исследования в рамках социально-гигиенического мониторинга в 81 мониторинговой точке на территориях всех муниципальных районов и городов Тверской области [5].

К числу приоритетных веществ, загрязняющих ПВ систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, относится железо. Железо поступает в распределительную сеть непосредственно из источника, а также в процессе транспортировки воды. Концентрация железа свыше 5 ПДК зарегистрирована на 11 территориях Тверской области: Вышневолоцкого, Бологовского, Весьегонского, Калининского районов, Удомельского городского округа (г/о), Конаковского, Максатихинского, Калязинского, Бельского, Западнодвинского, Торопецкого районов (рисунок 1).



**Рисунок 1.**—Территории «риска» по содержанию железа в питьевой воде (свыше 5ПДК) централизованных систем хозяйственно-питьевого водоснабжения Тверской области в 2018 году.

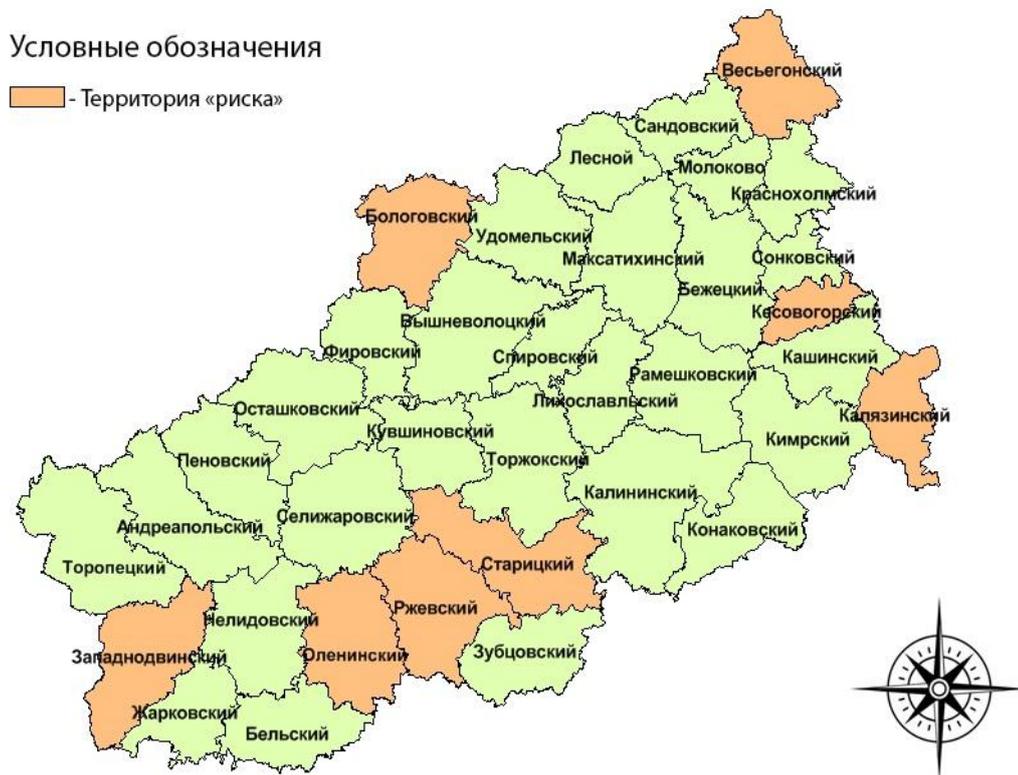
Территориями «риска» по несоответствию цветности ПВ являются Сандовский, Сонковский, Бежецкий, Лесной, Молоковский, Ржевский, Рамешковский, Краснохолмский, Фировский районы Тверской области.

Значительный удельный вес проб ПВ, не соответствующий требованиям по мутности, наблюдался на 14 территориях Тверской области – Удомельский г/о, Нелидовский г/о, Осташковский г/о, Спировский, Сандовский, Пеновский, Калязинский, Сонковский, Краснохолмский, Западнодвинский, Фировский, Бологовский, Калининский и Вышневолоцкий районы.

Территориями «риска» по общей жесткости ПВ являются 12 территорий: Максатихинский, Молоковский, Западнодвинский, Зубцовский, Калязинский, Спировский, Старицкий, Бельский, Жарковский, Ржевский районы, Кашинский г/о и г.Тверь.

Повышенные концентрации фтора присутствуют в воде за счет источника питьевого водоснабжения. Концентрации фтора до 2 ПДК зарегистрирована в Максатихинском районе.

Концентрации марганца с превышением ПДК зарегистрированы на территориях Бологовского, Калязинского, Кесовогорского, Весьегонского, Западнодвинского, Оленинского, Ржевского, Старицкого районов Тверской области (рисунок 2).



**Рисунок 2.**– Территории «риска» по содержанию марганца в питьевой воде централизованных систем хозяйственно-питьевого водоснабжения Тверской области в 2018 году.

Таким образом, основные причины снижения качества питьевой воды в Тверской области связаны с органолептическими признаками и обобщенными

показателями (общая жесткость, цветность, мутность), а также ее загрязнением такими химическими веществами как железо, марганец и фтор. Указанные загрязнители питьевой воды могут оказывать негативное воздействие на состояние здоровья населения Тверской области. Результаты проведенной работы могут быть учтены министерствами и ведомствами Тверской области, в том числе Министерством природных ресурсов и экологии Тверской области, а также федеральными органами надзора при подготовке рекомендаций по охране окружающей среды в области охраны питьевой воды и водных объектов в местах водопользования в Тверском регионе.

### **Литература.**

1. Абдулкадырова С.О. Экологические проблемы артериальной гипертонии: влияние химического состава питьевой воды на содержание электролитов крови и артериальная гипертония / С.О. Абдулкадырова, Г.Э. Гаджиев, А.Т. Маммаев // Вестник Российской Военно-медицинской академии. Прил. 2 (часть II). – 2008. – №3 (23). – С. 456-457.
2. Аникин В.В., Долгачева Т.А. Причинная связь содержания фтора в питьевых водах Мордовии и заболеваемости населения (болезнями выделительной системы) // Огарёвские чтения: материалы научной конференции в 3 частях. Ответственный за выпуск П.В. Сенин. – 2016. – С. 495-500.
3. Брянцева В.М. Научно-исследовательский центр Тверской медицинской академии - важное звено в реализации научно-исследовательских работ / В.М. Брянцева, Т.А. Федотова, И.А. Жмакин // Верхневолжский медицинский журнал. – 2011. – Т. 9.№4. – С. 38-42.
4. Булатов В.П. Влияние длительного употребления питьевой воды неблагоприятного минерального состава / В.П. Булатов, А.В. Иванов, Н.В. Рылова // Педиатрия. – 2004. – №1. – С. 71-75.
5. Государственные доклады. Документы Управления Роспотребнадзора по Тверской области [Электронный ресурс] // Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Тверской области : [Сайт] URL: <http://www.69.rospotrebnadzor.ru/documents/regional/> (дата обращения: 10.10.2019).
6. Донских И.В. Влияние фтора и его соединений на здоровье населения (обзор данных литературы) // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. – 2013. – №3-2 (91). – С. 179-185.
7. Егорова Н.А., Канатникова Н.В. Влияние железа в питьевой воде на заболеваемость населения г. Орла // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96.№11. – С. 1049-1053.

8. Иванов А.В., Тафеева Е.А., Давлетова Н.Х. Современные представления о влиянии качества питьевой воды на состояние здоровья населения // Вода: химия и экология. – 2012. – №3. – С.48-53.
9. Жолдакова З.И. Гигиеническая оценка способов очистки и обеззараживания воды с применением коагулянтов и активного хлора / З.И. Жолдакова, Е.Е. Полякова, Т.З. Артемьева и др. // Водоснабжение и санитарная техника. – 2003. – №9. – С. 9-12.
10. Кадыров З.А. Оценка влияния биогеохимических факторов на распространенность мочекаменной болезни в регионах Таджикистана / З.А. Кадыров, И. Нусратуллоев, С.И. Сулейманов и др. // Гигиена и санитария. – 2010. – № 1. – С. 56-59.
11. Кириленко Н.П., Жмакин И.А. Участие Тверской медакадемии в формировании здорового образа жизни среди населения Тверской области: опыт прошлого и настоящего, к будущему // Верхневолжский медицинский журнал. – 2009. – Т. 7.№4. – С. 31-33.
12. Колесник П.А. Состояние хозяйственно-питьевого водоснабжения Тверской области / П.А. Колесник, В.А. Синода, П.В. Васильев и др. // Актуальные проблемы безопасности жизнедеятельности и экологии: сборник научных трудов II международной научно-практической конференции с научной школой для молодежи. Тверской государственный технический университет. – 2016. – С. 171-173.
13. Лой Н.С. Сравнительный анализ качества питьевой воды в городе Твери / Н.С. Лой, Е.А. Дербенева, П.В. Васильев и др. // Тверской медицинский журнал. – 2017.– №3. – С. 33-36.
14. Мазунина Д.Л. Негативные эффекты марганца при хроническом поступлении в организм с питьевой водой // Экология человека. – 2015.– №3. – С. 25-31.
15. Маслов Д.В. Гигиеническая оценка качества централизованного питьевого водоснабжения в Приморском крае / Д.В. Маслов, Е.М. Нечухаева, С.И. Афанасьева-Григорьева и др. // Итоги и перспективы научных исследований по проблеме экологии человека и гигиены окружающей среды. – М., 2005. – С. 174-179.
16. Медоева Н.С., Оказова З.П., Шелудько А.О. Факторы среды и экологически зависимые заболевания // Известия Чеченского государственного педагогического института. – 2018. – Т. 20.№2 (22). – С. 67-73.
17. Михненко И.Ю., Тимофеева П.В., Бондарь Н.В. Значение экологического мониторинга окружающей среды в современных условиях существования // Ученые записки Орловского государственного университета. Серия: Естественные, технические и медицинские науки. – 2013. – № 6. – С. 116-117.
18. Новый доклад ВОЗ о регулировании содержания фтора в питьевой воде [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения :[Сайт]URL:

- <http://www.who.int/mediacentre/news/new/2006/nw04/ru/index.html>(дата обращения: 10.10.2019).
19. Нехватка или избыток фтора. Международная программа по химической безопасности [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения :[Сайт] [http://www.whogis.com/ipcs/assessment/public\\_health/fluoride/ru/](http://www.whogis.com/ipcs/assessment/public_health/fluoride/ru/)(дата обращения: 10.10.2019).
  20. Охрана окружающей среды. Направления деятельности [Электронный ресурс] // Министерство природных ресурсов и экологии Тверской области : [Сайт] URL: <https://xn--d1ahaoghfibbi.xn--80aaccr4ajwpkgl4lpb.xn--p1ai/deyatelnost-iogv/napravleniya/> (дата обращения: 10.10.2019).
  21. Парахонский А.П. Индикаторы и маркеры здоровья в проблеме санитарно-эпидемиологического благополучия населения // Успехи современного естествознания. – 2006.– № 4. – С. 64а.
  22. Патент № 2162295 Российская Федерация, МПК А61В 5/00. Способ оценки оптимального физического развития юношей-подростков: №2000111430/14 : заявлено: 12.05.2000 : опубликовано: 27.01.2001 / Волков В.С., Кудрич Л.А., Брянцев В.И., Жмакин И.А.: заявитель Тверская государственная медицинская академия. – 7 с. : ил. – Текст: непосредственный.
  23. Помеляйко И.С. Метод оценки экологического состояния окружающей среды и воздействия её на здоровье населения //Современные проблемы оценки, прогноза и управления экологическими рисками здоровью населения и окружающей среды, пути их рационального решения: Материалы III Международного форума Научного совета Российской Федерации по экологии человека и гигиене окружающей среды. – 2018. – С. 287-291.
  24. Рылова Н.В. Влияние минерального состава питьевой воды на здоровье детей //Гигиена и санитария. – 2009. – №1. – С. 43-45.
  25. Синода В.А. Санитарное состояние водных объектов и проблемы питьевого водопользования населения Тверской области // Здоровье населения и среда обитания. – 2009.– №3 (192). – С. 43-44.
  26. Тулакин А.В. Региональные проблемы обеспечения гигиенической надежности питьевого водопользования / А.В. Тулакин, Г.В. Цыплакова, Г.П. Амплеева и др. // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95.№11. – С. 1025-1028.
  27. Турбинский В.В., Новикова И.И., Крига А.С. Гигиенические основы безопасности водного фактора в современных условиях // Здоровье населения и среда обитания. – 2014.– №1 (250). – С. 30-33.
  28. Черняева Т.К. Методические основы изучения и оценки негативного воздействия факторов окружающей среды на состояние здоровья населения. Лекция / Нижний Новгород, 2013.

29. Чубирко М.И. Экологически обусловленные «Болезни цивилизации» / М.И. Чубирко, Н.М. Пичужкина, Е.В. Михалькова // Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья. – 2017.– №68. – С. 56-61.
30. Aamodt G. The association between water supply and inflammatory bowel disease based on a 1990-1993 cohort study in southeastern Norway / G. Aamodt, G. Bukholm, J. Jahnsen et. al. // Am. J. Epidemiol. 2008. V. 168. № 9. P.1065-1072.
31. Bouchard M.F. Intellectual impairment in school-age children exposed to manganese from drinking water / M.F. Bouchard, S.Sauve, B. Barbeau et al. // Environ Health Perspect. 2011. V. 119. № 1. P. 138-143.
32. Catling L.A, A systematic review of analytical observational studies investigating the association between cardiovascular disease and drinking water hardness / L.A. Catling, I. Abubakar, L. Swift, P.R. et al. // J Water Health. 2008. V. 6. № 4. P. 433-442.
33. Colford J.M. A review of household drinking water intervention trials and an approach to the estimation of endemic waterborne gastroenteritis in the United States / J.M. Colford, S. Roy, M.J. Beach et al. // J Water Health. 2006. V. 4. P. 71-88.
34. Hafeman D. Association between manganese exposure through drinking water and infant mortality in Bangladesh / D. Hafeman, P. Factor-Litvak, Z. Cheng et al. // Environ. Health Perspect. 2007. V. 115. № 7. P. 1107-1112.
35. Leurs LJ. Relationship between tap water hardness, magnesium and calcium concentration and mortality due to ischemic heart disease or stroke in The Netherlands / LJ. Leurs, LJ. Schouten, M.N. Mons et al. // Environ. Health Perspect. 2010. V. 118. № 3. P. 414-420.
36. Morris R.W. Hard drinking water does not protect against cardiovascular disease: new evidence from the British Regional Heart Study / R.W. Morris, M. Walker, L.T. Lennon et al. // Eur. J. Cardiovasc. Prev. Rehabil. 2008. V. 15. № 2. P. 185-189.