

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2018

УДК 504.5:556.55(470.324-25)

Прождорина Т.И.<sup>1</sup>, Косинова И.И.<sup>1</sup>, Васильева М.В.<sup>2</sup>, Либи́на И.И.<sup>2</sup>

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ТАЛОГО И ДОЖДЕВОГО СТОКОВ С СЕЛИТЕБНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ГОРОДА ВОРОНЕЖА

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», 394018, Воронеж;<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко» Минздрава России, 394036, Воронеж

Одной из важнейших причин современных экологических проблем является всевозрастающее загрязнение окружающей среды. В России формируется ряд регионов, где высокая концентрация населения промышленного и сельскохозяйственного производства привела к резкому ухудшению экологической обстановки, так как сопоставимость природных комплексов антропогенному воздействию либо исчерпана, либо близка к этому состоянию. Антропогенные нагрузки в этих регионах превышают допустимые значения, создавая ситуацию, при которой возникают слабокомпенсируемые и необратимые изменения ландшафтов, нарастает угроза истощения или утраты водных ресурсов. Загрязнение поверхностных и подземных вод, нарастание дефицита воды по количественным и качественным показателям, формирование зон напряжённой экологической ситуации определяют необходимость формирования новых подходов к решению проблем водопользования. Антропогенное воздействие на поверхностные и подземные воды происходит в результате естественных или искусственных процессов и приводит к ухудшению функций водной среды по отношению к любому биологическому или технологическому объекту. В данной работе приведена экологическая оценка химического состава талого и дождевого стоков с селитебных территорий г. Воронежа. По степени загрязнения поверхностный сток можно расположить в убывающий ряд: осенний сток – талый сток – весенний сток. Химический анализ приоритетных загрязняющих веществ в пробах поверхностного стока проводился с применением методов анализа: колориметрический; титриметрический; расчётный; потенциометрический; весовой; флуориметрический.

**Ключевые слова:** селитебные территории; поверхностный сток; талый сток; дождевой сток; фоновая зона; химический анализ; приоритетные загрязняющие вещества, здоровье.

**Для цитирования:** Прождорина Т.И., Косинова И.И., Васильева М.В., Либи́на И.И. Экологическая оценка химического состава талого и дождевого стоков с селитебных территорий города Воронежа. *Гигиена и санитария*. 2018; 97(8): 699-702. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-8-699-702>

**Для корреспонденции:** Либи́на Ирина Ивановна, канд. биол. наук, ст. преподаватель каф. общей гигиены ВГМУ им. Н.Н. Бурденко. E-mail: [libinai@mail.ru](mailto:libinai@mail.ru)

Prozhorina T.I.<sup>1</sup>, Kosinova I.I.<sup>1</sup>, Vasilyeva M.V.<sup>2</sup>, Libina I.I.<sup>2</sup>

## ECOLOGICAL-HYGIENIC EVALUATION OF THE INFLUENCE OF THAW AND RAINWAY ON SURFACE WATER POLLUTION

<sup>1</sup>Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, 394018, Russian Federation;<sup>2</sup>N.N. Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, 394036, Russian Federation

The increasing pollution of the environment is one of the most important causes of modern environmental problems. In Russia, a number of regions are forming where a high concentration of population, industrial and agricultural production has led to a sharp deterioration in the environmental situation since the resistance of natural complexes to anthropogenic impact is either exhausted or close to this state. Anthropogenic loads in these regions exceed permissible values, creating a situation in which poorly compensated and irreversible changes in landscapes occur, the threat of depletion or loss of water resources is growing. Pollution of surface and groundwater, the increase of water deficit in terms of quantitative and qualitative indices, the formation of zones of a stressful ecological situation determine the need for the formation of new approaches to solving water use problems. Anthropogenic loads in these regions exceed permissible values, creating a situation in which poorly compensated and irreversible changes in landscapes occur, the threat of depletion or loss of water resources is growing. Pollution of surface and groundwater, the increase of water deficit in terms of quantitative and qualitative indices, the formation of zones of a stressful ecological situation determine the need for the formation of new approaches to solving water use problems. Anthropogenic impact on surface and groundwater occurs as a result of natural or artificial processes and leads to a deterioration of the functions of the aquatic environment with respect to any biological or technological object. In this paper, an environmental assessment of the chemical composition of thawed and rainwater from the residential areas of Voronezh is presented. By the degree of pollution, the surface runoff can be located in the next descending series: autumn runoff - melt flow - spring runoff. Chemical analysis of priority pollutants in surface runoff samples was carried out using the following analytical methods: colorimetric; titrimetric; calculated; potentiometric; weight; fluorometric.

**Key words:** residential areas; surface runoff; melt flow; rain runoff; background zone; chemical analysis; priority pollutants, health.

**For citation:** Prozhorina T.I., Kosinova I.I., Vasilyeva M.V., Libina I.I. Ecological and hygienic assessment of the influence of thawed and rainwater runoff on surface water pollution. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2018; 97(8): 699-702. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-8-699-702>

**For correspondence:** Irina I. Libina, MD, Ph.D., senior lecturer of the Department of General Hygiene of the Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, 394018, Russian Federation. E-mail: [libinai@mail.ru](mailto:libinai@mail.ru)

### Information about authors:

Prozhorina T. I. <https://orcid.org/0000-0002-2808-0802>; Kosinova I.I. <https://orcid.org/0000-0002-5439-5197>; Vasilyeva M.V. <https://orcid.org/0000-0002-3309-0968>; Libina I.I. <https://orcid.org/0000-0003-2791-1018>.

*Conflict of interest.* The authors declare no conflict of interest.

*Acknowledgment.* The study had no sponsorship.

Received: 01 March 2018

Accepted: 02 July 2018

## Введение

Процесс техноцивилизации увеличивает антропогенную нагрузку на природные ландшафты, поверхностные и подземные воды. Возрастают объёмы изъятия водных ресурсов, нарушается естественный гидрохимический режим, увеличиваются объёмы загрязняющих веществ антропогенного происхождения, сбрасываемые в водные объекты [3, 7, 22]. Неуклонно возрастает несоответствие потребностей человека в воде и возможностей удовлетворения их за счёт ресурсов водной оболочки Земли, обладающей ограниченной способностью к возобновлению.

Загрязнения попадают в поверхностные водные объекты со сточными водами как из сосредоточенных контролируемых сбросов, так и из диффузных источников, включая талые и ливневые воды, отводимых с жилых территорий [2, 24]. Поступление в водоёмы сточных вод приводит к негативным экологическим последствиям [1, 8, 9]. Дождевые и талые воды, стекающие с селитебных территорий, до недавнего времени считались не представляющими серьёзной опасности для водных объектов. Отведение их представлялось необходимым лишь по соображениям благоустройства территории. Однако дождевые и талые воды, отводимые с селитебных территорий, в значительной степени загрязнены и не могут сбрасываться в водоём без предварительной очистки. Во многих случаях ливневые и талые стоки воды являются одним из основных источников загрязнения водного пространства [19, 21].

Сбросы в водные объекты загрязнений через выпуски ливневой канализации городов имеют эпизодический характер, но могут значительно изменить физико-химический состав воды в периоды выпадения дождя или таяния снега. За время выпадения осадков в водоём с поверхностным стоком поступает масса взвешенных веществ, в 10 раз превышающая массу загрязнений, которую в течение суток направляют на станцию очистки бытовых стоков [6, 10, 23].

Загрязняющими веществами, присутствующими в поверхностном стоке селитебных территорий, являются минеральные и органические примеси естественного происхождения, растворённые органические и минеральные вещества, а также вещества техногенного происхождения – нефтепродукты, попадающие на поверхность водосбора в результате неисправностей автотранспорта [4, 5, 20].

Важнейшими загрязняющими веществами поверхностного стока, образующимися на селитебных территориях, являются продукты эрозии почвы, которые смываются с газонов и открытых грунтовых поверхностей, а также пыль, бытовой мусор, вымываемые компоненты дорожных покрытий и строительных материалов, хранящихся на открытых складских площадках, нефтепродукты, попадающие на поверхность водосбора в результате неисправностей автотранспорта и другой техники [11, 12, 14].

Целью исследования настоящей работы является экологическая оценка химического состава талого и дождевого стоков с селитебных территорий г. Воронежа.

## Материал и методы

Отбор проб талого и дождевого стоков проводился с трёх прилегающих территорий Воронежа: селитебной, транспортной, фоновой. Все участки обладали сходными характеристиками состава и свойств почв, природных вод и растительного покрова. Фоновые участки располагались вне зоны действия

источника загрязнения, испытывающие минимальное эколого-гигиеническое воздействие на природную среду [16, 17].

В работе было отобрано и проанализировано по 18 проб поверхностного стока в зимний, весенний и осенний периоды 2017 года. Среди них 3 точки – в селитебных зонах, 1 точка – в транспортной зоне и 1 – фоновая зона. В качестве «условно чистой» территории Воронежа была выбрана территория санатория им. М. Горького, удалённая от негативного воздействия автотранспорта и промышленных предприятий (см. таблицу).

Химический анализ приоритетных загрязняющих веществ в пробах поверхностного стока проводился с применением следующих методов анализа:

- колориметрический (общее железо, аммонийный азот, нитриты и нитраты);
- титриметрический (хлориды, сульфаты, гидрокарбонаты);
- расчётный (общая минерализация);
- потенциометрический (*pH*);
- весовой (взвешенные вещества);
- флуориметрический (нефтепродукты).

Эти исследования проводились на базе учебной эколого-аналитической лаборатории факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского государственного университета [15].

## Результаты

В результате проведённых исследований химического анализа проб поверхностного стока в пробах талого стока, отобранных в период снеготаяния, установлено, что из 10 контролируемых показателей 7 превышают ПДК водных объектов рыбохозяйственного значения в несколько раз. Так, например, поднялось содержание [13]:

- аммонийного азота от 3,7 (в жилой ЧС) до 11 раз (в жилой СП);
- нитритов от 4,45 (фон) до 51 раза (в транспортной зоне);
- нитратов от 2,7 (в жилой СП) до 12 раз (в транспортной зоне);
- хлоридов от 1,0 (в жилой ЧС) до 3 раз (в транспортной зоне);
- общая минерализация от 1,0 (в жилой СП) до 2 раз (в транспортной зоне)
- общего железа от 2,2 (в транспортной зоне) до 4 раз (в жилой ЧС);
- нефтепродуктов от 4,1 (фон) до 73 раз (в транспортной зоне).

На рис. 1 показана.....

Также следует отметить, что в пробе талого стока транспортной зоны содержится значительное количество взвешенных веществ (24778 мг/л), что превышает фоновую пробу в 58 раз.

В пробах весеннего дождевого стока наблюдается превышение уровня ПДК водных объектов рыбохозяйственного значения в несколько раз по следующим компонентам [13]:

- общего железа от 2,6 (фон) до 10 раз (в жилой ЧС);
- аммонийного азота от 1,04 (в жилой ЦИ) до 2 раз (в транспортной зоне);
- нитритов от 7 (фон) до 63 раз (в транспортной зоне);
- нитратов от 1,04 (в жилой ЦИ) до 2 раз (в жилой СП);
- нефтепродуктов от 2,5 (фон) до 57 раз (в транспортной зоне).

На рис. 2 показана....

Также в пробах весеннего дождевого стока жилой СП и

## Характеристика точек отбора проб поверхностного стока Воронежа

№ пробы	Проба	Характеристика	Адрес взятия пробы
1	Фон	«Условно чистая» городская зона	Санаторий им. М. Горького
2	Жилая ЧС	Частный сектор, преимущественно одноэтажная жилая застройка	Пер. Печатников, д. 5
3	Жилая ЦИ	Центральная историческая часть города, включая общественно-деловую застройку и старую 5-тиэтажную застройку	Центрально-административная часть Воронежа, Кольцовский сквер
4	Жилая СП	Кварталы с современной многоэтажной застройкой	ул. Бакунина, д. 45 (ЖК «Три Богатыря»)
5	Транспортная	Одна из главных магистралей Воронежа	ул. Плехановская, д. 35

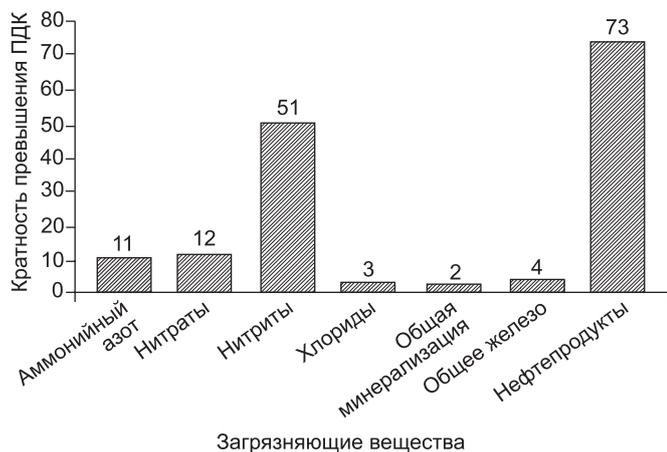


Рис. 1. Кратность превышения ПДК водных объектов рыбохозяйственного значения в пробах талого стока в период снеготаяния, %.

транспортной зоны обнаружено значительное превышение по взвешенным веществам в 95 и 80 раз соответственно.

В пробах осеннего дождевого стока наблюдается превышение уровня ПДК водных объектов рыбохозяйственного значения в несколько раз по следующим показателями [13]:

- общего железа от 3,5 (в жилой ЦИ) до 19 раз (в жилой ЧС);
- аммонийного азота от 20,9 (фон) до 41 раза (в транспортной зоне);

- нитритов от 48,8 (фон) до 199 раз (в транспортной зоне);
- нитратов от 3,67 (фон) до 7 раз (в жилой ЧС);

- нефтепродуктов от 14,2 (фон) до 330 (в транспортной зоне);
- общая минерализация в 25 раз (в транспортной зоне).

На рис. 3.....

Также в пробах осеннего дождевого стока жилой СП и транспортной зоны обнаружено значительное превышение по взвешенным веществам в 8,7 и 9,3 раз соответственно [13].

Сравнивая результаты анализа весеннего и осеннего дождевых стоков установили, что уровень превышения ПДК водных объектов рыбохозяйственного значения для осеннего стока практически на порядок выше, чем в весеннем стоке. Это объясняется осенней засухой, т.к. за август и сентябрь 2017 г. в Воронежской области выпало всего 45 мм осадков при норме 89 мм. В результате на поверхности почвы скопилось большое количество разнообразных загрязняющих веществ.

## Обсуждение

Из рисунка (какого) и/или таблицы (какой) видно, что концентрация большинства веществ гораздо выше в осеннем дождевом стоке, чем в талом стоке или в весеннем дождевом. Так, например, содержание:

- нефтепродуктов в осеннем дождевом стоке превышает уровень ПДК водных объектов рыбохозяйственного значения в 330 раз, а в талом и весеннем дождевых стоках – 73 и 57 соответственно;

- общего железа в осеннем дождевом стоке превышает уровень ПДК водных объектов рыбохозяйственного значения в 15 раз, а в талом и весеннем дождевом стоках – 2,2 и 6,0 соответственно [13];

- азотистых соединений ( $\text{NH}_4^+$ ) в осеннем дождевом стоке превышает уровень ПДК водных объектов рыбохозяйственного значения в 41 раз, а в талом и весеннем дождевом стоках – в 5,6 и 2,5 соответственно.

Однако следует отметить некоторые аспекты:

- 1) В талом стоке наблюдаются превышения по содержанию хлоридов, хотя в дождевых стоках они отсутствуют. Это объясняется обработкой дорог противогололедными материалами, например, песчано-солевой смесью.

- 2) Во всех стоках не прослеживается четкой зависимости по содержанию взвешенных веществ. Это объясняется изменением фоновых значений взвешенных веществ в каждом конкретном

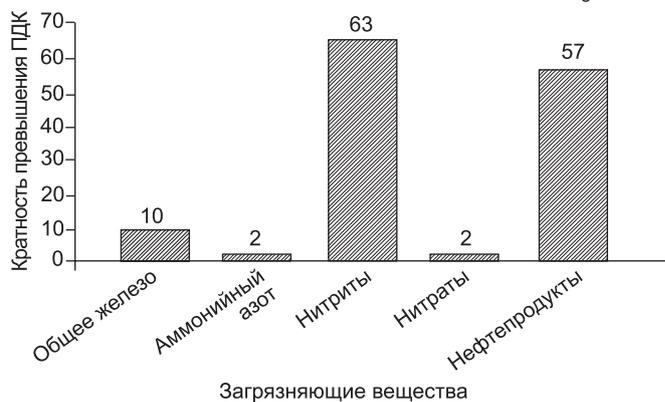


Рис. 2. Кратность превышения ПДК водных объектов рыбохозяйственного значения в период весеннего дождевого стока, %.

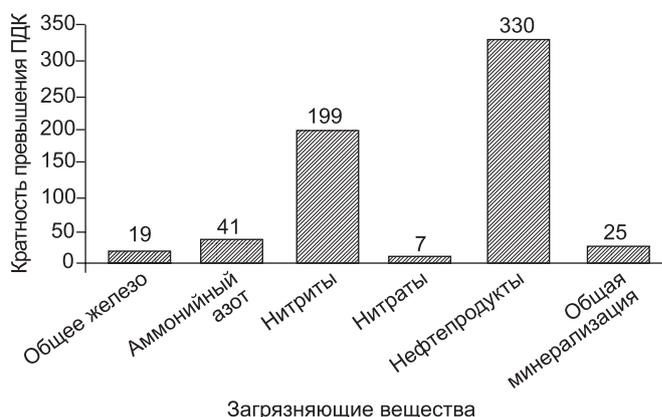


Рис. 3. Кратность превышения ПДК водных объектов рыбохозяйственного значения в пробах осеннего дождевого стока, %.

случае. Так, например, фон для талого стока, для весеннего дождевого стока и для осеннего дождевого стока составляет 42,0, 62,5 и 700 мг/л соответственно.

Из этих данных видно, что самое значительное загрязнение по взвешенным веществам (транспортной зоны) наблюдается в осеннем дождевом стоке, которое возросло в 17 и 11 раз по сравнению с талым и весенним дождевым стоками соответственно [18].

## Выводы

Увеличиваются объемы загрязняющих веществ антропогенного происхождения, сбрасываемые в поверхностные водные объекты.

В пробах талого стока, отобранного в период снеготаяния, установлено, что из 10 контролируемых показателей 7 превышают ПДК водных объектов рыбохозяйственного значения в несколько раз (аммонийный азот, нитраты, нитриты, хлориды, общая минерализация, общее железо и нефтепродукты).

В пробах весеннего дождевого стока наблюдается превышение уровня ПДК водных объектов рыбохозяйственного значения в несколько раз по пяти показателям (общее железо, аммонийный азот, нитраты, нитриты и нефтепродукты).

В пробах осеннего дождевого стока наблюдается превышение уровня ПДК водных объектов рыбохозяйственного значения по шести показателям (общее железо, аммонийный азот, нитраты, нитриты, нефтепродукты и общая минерализация).

По степени загрязнения поверхностный сток можно расположить в ряд по убыванию: осенний сток – талый сток – весенний сток.

По степени загрязнения поверхностного стока с селитебных территорий г. Воронежа их можно расположить в ряд по убыванию: транспортная зона – жилая СП – жилая ЦИ – жилая ЧС – фоновая зона.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.  
**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Литература (пп. 19–24 см. References)

1. Мельниченко П.И., Ушаков И.Б., Попов В.И., Фаустов А.С., Вязовиченко Ю.Е., Датий А.В., Соколова Н.В. Гигиена: словарь-справочник. М: Высшая школа. 2006. 400с.
2. Доклад о государственном надзоре за использованием природных ресурсов и состоянием окружающей среды Воронежской области в 2011 году. Воронеж, 2012. 95 с.
3. Доклад о государственном надзоре за использованием природных ресурсов и состоянием окружающей среды Воронежской области в 2012 году. Воронеж, 2013. 87 с.
4. Доклад о государственном надзоре за использованием природных ресурсов и состоянием окружающей среды Воронежской области в 2013 году. Воронеж, 2014. 107 с.
5. Доклад о государственном надзоре за использованием природных ресурсов и состоянием окружающей среды Воронежской области в 2014 году. Воронеж: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Воронежской области. 2015. 108 с.
6. Зилов Е.А. Гидробиология и водная экология (организация, функционирование и загрязнение водных экосистем): учебное пособие. Иркутск: Иркут. ун-т, 2008. 138с.
7. Попов В.И., Ушаков И.Б., Степанян Н.А., Химица И.Н. Методологические вопросы изучения комбинированного действия факторов: принципы, уровни и особенности анализа. *Новости клинической цитологии России*. 1999 (1-2): 86.
8. Бударина В.А., Попов В.И. Методические подходы при формировании природных и экологических каркасов охраняемых природных территорий. *Международный научный вестник (Вестник объединения православных ученых)*. 2014 (1): 51-53.
9. Бударина В.А., Косинова И.И., Попов В.И., Яковлев Ю.В. Методология и правовое обоснование структуры размещения особо охраняемых природных территорий. Воронеж: Истоки. 2015. 224 с.
10. Фаустов А.С., Попов В.И. О решении эколого-гигиенических проблем крупного города. *Научные труды федерального научного центра гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана*. 2004 (11): 302-4.
11. Попов В.И., Бережнова Т.А., Мирзонов В.А. Особенности иммунофункционального реагирования организма на территориях техногенного риска. *Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях*. 2011 (3): 63-5.
12. Попов В.И. Гигиена и эколого-гигиенические проблемы современности. *Журнал теоретической и практической медицины*. 2008. 6 (2): 254-8.
13. Постановление Правительства РФ от 28.06.2008 N 484 (ред. от 22.10.2012) "О порядке разработки и утверждения нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения".
14. Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с сельских территорий, площадок предприятий и определению условий его выпуска в водные объекты. М.: НИИ ВОДГЕО, 2014. 62 с.
15. Т.И. Прожорина, Н.В. Каверина, А.Н. Никольская и др. Эколого-аналитические методы исследования окружающей среды: учебное пособие. Воронеж: Истоки, 2010. 304 с.
16. Попов В.И., Фаустов А.С. Эколого-гигиенический анализ воздействия факторов риска на здоровье населения в условиях крупных городов. Город и экология. Материалы IV Межрегиональной научно-практической конференции. 2008. 90-3.
17. Фаустов А.С., Есауленко И.Э., Попов В.И. Эколого-гигиенические проблемы крупного города. Экологический риск и здоровье человека: проблемы взаимодействия. Материалы Научной сессии отделения профилактической медицины РАМН. 2002: 42-5.
18. Ушаков И.Б., Турзин П.С., Агаджанян Н.А., Попов В.И., Чубирко М.И., Фаустов А.С. Экология человека и профилактическая медицина. Воронеж: ИПФ «Воронеж», 2001. 488с.

## References

1. Melnichenko P.I., Ushakov I.B., Popov V.I., Faustov A.S., Vyazovichenko Yu.E., Datii A.V., Sokolova N.V. Hygiene: dictionary directory. M: High School. 2006. 400 p.

2. The report on state supervision over the use of natural resources and the state of the environment of the Voronezh Region in 2011. Voronezh, 2012. 95 p.
3. The report on the state supervision over the use of natural resources and the state of the environment of the Voronezh region in 2012. Voronezh, 2013. 87 p.
4. The report on the state supervision over the use of natural resources and the state of the environment of the Voronezh Region in 2013. Voronezh, 2014. 107 p.
5. Report on state supervision over the use of natural resources and the state of the environment of the Voronezh Region in 2014. Voronezh: Office of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare in the Voronezh Region, 2015. 108 p.
6. Zilov E.A. Hydrobiology and aquatic ecology (organization, functioning and pollution of aquatic ecosystems): textbook. Irkutsk: Irkut. University, 2008. 138 p.
7. Popov V.I., Ushakov I.B., Stepanyan N.A., Himina I.N. Methodological issues of studying the combined action of factors: principles, levels and features of analysis. *News of clinical cytology in Russia*. 1999(1-2): 86.
8. Budarina V.A., Popov V.I. Methodological approaches to the formation of natural and ecological frameworks of protected natural territories. *International Scientific Bulletin (Bulletin of the Association of Orthodox Scientists)*. 2014(1): 51-3.
9. Budarina V.A., Kosinova I.I., Popov V.I., Yakovlev Yu.V. Methodology and legal justification for the structure of the location of specially protected natural areas. Voronezh: The origins. 2015. 224 p.
10. Faustov A.S., Popov V.I. On the solution of ecological and hygienic problems of a large city. *Scientific works of the federal scientific center of hygiene them. F.F. Erisman*. 2004(11): 302-4.
11. Popov V.I., Berezhnova T.A., Mirzonov V.A. Features of immuno-functional response of the organism on the territories of technogenic risk. *Medico-biological and socio-psychological problems of safety in emergency situations*. 2011(3): 63-5 p.
12. Popov V.I. Hygiene and ecological and hygienic problems of the present. *Journal of Theoretical and Practical Medicine*. 2008; 6(2): 254-8.
13. Decree of the Government of the Russian Federation No. 484 of 28 June 2008 (Edited on 22.10.2012) "On the procedure for the development and approval of water quality standards for water bodies of fishery importance, including standards for maximum permissible concentrations of harmful substances in the waters of fishery water bodies".
14. Recommendations on the calculation of systems for collecting, diversion and cleaning of surface runoff from residential areas, sites of enterprises and determining the conditions for its release into water bodies. M. NII VODGEO, 2014. 62 p.
15. Prozhhorina T.I., Kaverina N.V., Nikolskaya A.N. Ecological-analytical methods of environmental research: textbook. Voronezh: Origins, 2010. 304 p.
16. Popov V.I., Faustov A.S. Ecological and hygienic analysis of the impact of risk factors on public health in the context of large cities. City and ecology. Materials of the IV Interregional Scientific and Practical Conference. 2008: 90-3 p.
17. Faustov A.S., Esausenko I.E., Popov V.I. Ecological and hygienic problems of a large city. Ecological risk and human health: problems of interaction. Proceedings of the Scientific Session of the Department of Preventive Medicine, RAMS. 2002: 42-5.
18. Ushakov I.B., Turzin P.S., Agadzhanian N.A., Popov V.I., Chubirko M.I., Faustov A.S. Human ecology and preventive medicine. Voronezh: IPF "Voronezh", 2001: 488 p.
19. Sergeev V.I., Shimko T.G., Kuleshova M.L., Maximovich N.G. Ground water protection against pollution by heavy metals at waste disposal sites. 18th IAWQ Biennial Int. Conference & Exhibition. Singapore, 2006.44-5 p.
20. Shvartsev S.L. Geochemistry of fresh groundwater in the main landscape zones of the Earth. *Geochem. Int.* 2008; 46 (13):1285–398.
21. Little A. D. Water quality criteria data book. V. 2. Inorganic chemical pollution of fresh water. U. S. environmental protection, agency. Water pollution control series, Wash., 2010. 273 p.
22. Waste water technology: Origin, collection, treatment and analysis of waste water. Ed. by W. Fresenius et al. Berlin: Springer. Heidelberg etc. 2011, XXV, 1178 p.
23. Pisano W. Pollutant control for stormwater events. *Water environment & technology*. 2008 (1): 41-3.
24. Henze M. Wastewater treatment: Biol., chem. processes: Transl. from the Dan. Harremoes P., Jansen J.la Cour, Arvin E. Berlin etc.: Springer, 2011. 383 p.