А. В. Слабунова, А. П. Суровикина

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,
Российская Федерация

О ПРОБЛЕМЕ ДИФФУЗНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Цель: обоснование актуальности проблемы диффузного загрязнения водных объектов, формирующегося на водосборной площади с сельскохозяйственных полей, и выявление роли диффузных источников в формировании общего биогенного загрязнения водных объектов. **Выводы.** Определено понятие «источники диффузного загрязнения вод» – это источники, вносящие в поверхностные или подземные воды загрязняющие вещества, микроорганизмы или тепло части водосбора, измененное под влиянием хозяйственной деятельности, неорганизованным путем. Приведена классификация источников диффузного загрязнения – потенциально управляемые и неуправляемые. Рассмотрена общая схема диффузного загрязнения водных объектов с сельскохозяйственных угодий, показывающая пути поступления поллютантов в водный объект. По данным отечественных авторов рассмотрен вклад диффузного загрязнения в формирование общего биогенного загрязнения для водосборов малых рек, который оказался весьма значительным, что подчеркивает актуальность проблемы диффузного загрязнения водных объектов и острую необходимость ее решения на законодательном уровне. Приведен пример борьбы с диффузным загрязнением водных объектов на законодательном уровне из зарубежного опыта; показано, что в общем плане водная политика США направлена на контроль того, превышают ли на рассматриваемой территории суммы сбросов из рассеянных и точечных источников установленные нормативы. Проанализирована Единая система государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды), созданная с целью обеспечения охраны окружающей среды в России. Проведен обзор состояния системы нормативных документов, которые могут иметь отношение к управлению диффузным стоком, в результате которого выявлено, что к настоящему времени в России источники диффузного загрязнения находятся вне системы мониторинга, контроля и водоохраны.

Ключевые слова: диффузный сток; водосбор; поверхностный сток; диффузное загрязнение водных объектов; диффузные источники загрязнения.

A. V. Slabunova, A. P. Surovikina

Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk,
Russian Federation

ON THE ISSUE OF DIFFUSE POLLUTION OF WATER BODIES

Purpose: to justify the urgency of the problem of water bodies diffuse pollution formed on the watershed area from agricultural fields, and to identify the role of diffuse sources in the formation of total biogenic pollution of water bodies. **Conclusion.** The concept of the “diffuse water pollution sources” as sources introducing pollutants, microorganisms, or heat from a watershed area changed under the influence of economic activity into surface or underground waters, in an unorganized way is defined. The classification of sources of diffuse pollution - potentially controllable and uncontrolled is given. The general scheme of water

bodies diffuse pollution from agricultural lands that shows the routes of pollutants into the water body is considered. According to the native authors, the contribution of diffuse pollution into the formation of total biogenic pollution for watershed of minor rivers is considered, which turned out to be very significant, which emphasizes the urgency of the problem of diffuse pollution of water bodies and the urgent need to solve it at the legislative level. An example of water bodies diffuse pollution control at the legislative level in foreign experience is given; it is shown that, in general the US water policy is aimed at monitoring whether the amount of discharges from non-point and point sources in the territory under consideration exceeds standards. The Single Unified system of state environmental monitoring (state environmental monitoring), created to ensure the environmental protection in Russia, is analyzed. A review of the system of regulatory documents state that may be relevant to the management of diffuse runoff is carried out, which revealed that currently the diffuse pollution sources in Russia are outside the monitoring, control and water protection systems.

Key words: diffuse runoff; watershed; surface runoff; diffuse pollution of water bodies; diffuse pollution sources.

Введение. В соответствии с Водной стратегией РФ на период до 2020 г. [1] одним из трех приоритетных направлений деятельности по развитию водохозяйственного комплекса России является охрана и восстановление водных объектов. И при этом сложилась парадоксальная ситуация – Водной стратегией РФ на период до 2020 г. [1] отмечен факт высокой экологической нагрузки, негативно воздействующей на водные объекты рассредоточенным (диффузным) стоком с сельскохозяйственных и селитебных территорий, площадей, занятых отвалами и отходами промышленного производства, но в главном водном документе России – Водном кодексе [2] – этот вид нагрузки на водные объекты никак не обозначен. Таким образом, к настоящему времени в России источники диффузного загрязнения находятся вне системы мониторинга, контроля и водоохраны. В итоге это приводит к неэффективности разрабатываемых водоохраных мероприятий.

Поступление биогенных веществ в водные объекты с диффузным стоком с земель сельскохозяйственного назначения достигает 50 % и даже 70 % от их общей массы. Тем самым ухудшает экологическое состояние природных систем, нанося определенный ущерб водным объектам. Диффузный сток может поступать с огромного водосбора в десятки тысяч гектаров, и при этом он носит кратковременный характер и отличается перио-

дичностью пиковых нагрузок на водную среду и проявлением в многоводные фазы водного режима (весеннее половодье и дождевые паводки).

Целью исследований является обоснование актуальности проблемы диффузного загрязнения водных объектов, формирующегося на водосборной площади с сельскохозяйственных полей, и выявление роли диффузных источников в формировании общего биогенного загрязнения водных объектов.

Результаты и обсуждения. Официального и нормативно закрепленного определения термина «диффузное загрязнение» нет. Различные авторы трактуют его по-разному, но смысловая нагрузка определения сводится к одному. Часто встречается употребление термина «диффузные источники загрязнения», «диффузный сток», что не противоречит общему пониманию сути исследуемой проблемы. Поэтому приведем наиболее понравившееся и характерное, по мнению авторов. Источники диффузного загрязнения вод – это источники, вносящие в поверхностные или подземные воды загрязняющие вещества, микроорганизмы или тепло части водосбора, измененное под влиянием хозяйственной деятельности, неорганизованным путем [3]. То есть неточечные (диффузные) источники загрязнения – это территории водосборных бассейнов, с которых осуществляется поступление загрязняющих веществ в водные объекты. Отвалы строительных, промышленных площадок и горных пород, селитебные территории, животноводческие фермы – это потенциально управляемые источники загрязнения, а сельскохозяйственные поля, сады и т. д. – неуправляемые. Массовая застройка берегов вблизи уреза воды, особенно в пределах водоохранных зон и прибрежных защитных полос, – еще один мощный источник диффузного загрязнения в последние два десятилетия [3].

В результате поступления с поверхностным и подземным стоком в водный объект продуктов диффузного загрязнения – биогенов, который априори не подвергается очистке, происходит эвтрофирование естествен-

ных водоемов и водохранилищ [4–7]. Особенно велика опасность диффузных загрязнений в период интенсивного поверхностного смыва – половодья и дождевых паводков. Но ряд авторов считают, что, игнорируя все эти факторы, водное законодательство нашей страны в последние годы резко «смягчило» регламент хозяйственной деятельности в водоохраных и санитарных зонах водных объектов, в т. ч. источников питьевого водоснабжения. Как показывает опыт, все это негативно сказывается на общей картине загрязнения водных объектов [8].

Общая схема диффузного загрязнения водных объектов с сельскохозяйственных угодий приведена на рисунке 1. Как мы видим, образуется два основных пути поступления загрязняющих веществ в водный объект. Во-первых, в период снеготаяния и дождевых паводков происходит формирование поверхностного стока, с которым в водный объект поступают преимущественно биогенные и взвешенные вещества. Во-вторых, частично поверхностный сток расходуется на испарение и инфильтрацию, в результате чего образуется подземный сток (грунтовые воды), с которым в водный объект поступают в основном минеральные вещества, пестициды. При этом за счет формирования дренажных вод, которые бесконтрольно сбрасываются в речную сеть, орошение и осушение сельскохозяйственных угодий способствует интенсификации выноса загрязняющих веществ с подземным стоком [9, 10].

Масштабность, а в соответствии с этим и актуальность проблемы диффузного загрязнения водных объектов в последнее время отмечают многие авторы. Например, проведенная оценка диффузного загрязнения в формировании общего биогенного загрязнения для водосборов малых рек, расположенных в зоне Русской равнины, показала весьма значительный его вклад – от 40 до 90 % [3, 11].

Исследования, проведенные в бассейне р. Волги, также демонстрируют весьма существенную долю (и во многих случаях превышающую

объем загрязнений, поступающих от сосредоточенных сбросов) диффузных источников в загрязнении водных объектов по таким показателям, как нефтепродукты, тяжелые металлы, биогенные элементы, содержанию органических и взвешенных веществ [12].

Рисунок 1 – Схема диффузного загрязнения водных объектов с сельскохозяйственных угодий

Дифференцированная оценка качества воды Саратовского водохранилища позволила установить, что диффузное загрязнение минеральным фосфором в среднем составляет 43 % от всего минерального фосфора, поступающего в Саратовское водохранилище с речным стоком [13, 14].

Аналогичная картина сложилась и в результате исследований, проведенных на р. Дунай, которые наглядно демонстрируют существенную роль диффузного загрязнения в объеме общего – 60 % по азоту и 44 % по фосфору [15].

В формировании общего загрязнения некоторых малых рек бассейна р. Истры на первый план выдвигается диффузное поступление загрязняющих биогенных веществ с водосбора в эти реки, которое составило от 40 до 90 % от общего поступления [3, 16, 17].

Оценка вклада диффузных источников загрязнения, выполненная по трансграничному створу р. Неман, показала, что вклад в загрязнение биогенными веществами составляет 36–46 % [18].

В рамках одного из приоритетных направлений программы «Сохранение и предотвращение загрязнения реки Волги» были выявлены водохозяйственные участки с долей загрязнения диффузным стоком до 90 % общего стока загрязняющих веществ [19].

Таким образом, приведенные исследования подчеркивают актуальность проблемы диффузного загрязнения водных объектов и острую необходимость ее решения на законодательном уровне.

Ведущий отечественный специалист в области водных ресурсов академик М. Г. Хубларян считает: «Когда невозможно получить исчерпывающее представление, откуда и как загрязняющие вещества поступают в водные объекты в стране, складывается явно ущербная, экологически-опасная структура отчетности по водопользованию. На сегодняшний день, даже спустя два десятилетия, ситуация не изменилась – все также фактически не учитываются неточечные источники загрязнения, в результате чего российская водоохрана ориентируется на очистку стоков коммунально-бытовых и промышленных предприятий, а это, в свою очередь, не обеспечивает заметного улучшения качества воды даже при больших финансовых затратах» [20].

В развитых странах начиная с 80-х гг. прошлого столетия изучению источников диффузного загрязнения водных объектов уделялось значительное внимание [7, 21–23]. Так, например, в США в 1987 г. было инициировано принятие федерального закона «Закон о чистой воде» (Clean Water Act (CWA)) [23, 24]. Одной из главных задач Закона о чистой воде является контроль загрязнения из диффузных источников. Эта задача решается путем привлечения общественных и бизнес-корпораций, сотрудничества с общественными и частными структурами, экономического и морального

стимулирования, поддержки деятельности волонтерских движений, стандартизации диффузных источников загрязнения. [8]. Там же на выбросы от неточечных (диффузных) источников загрязнения была создана система запретов и ограничений (Total Maximum Daily Load – TMDL) для участков сельскохозяйственного, рекреационного и прочего использования. В общем плане водная политика направлена на мониторинг и контроль того, превышают ли на рассматриваемой территории суммы сбросов из точечных и рассеянных источников установленные нормативы [21, 25].

Водная стратегия гласит: «В целях повышения качества воды в водных объектах, восстановления водных экосистем и рекреационного потенциала водных объектов требуется решить ряд основных задач:

- охрана и предотвращение загрязнения подземных водных объектов;
- сокращение антропогенной нагрузки на водосборные территории водных объектов;
- предотвращение деградации малых рек» [1].

А это не что иное, как меры борьбы, но только теоретически направленные на предотвращение диффузного загрязнения водных объектов. Практическая реализация мер борьбы пока не предусмотрена.

В целях обеспечения охраны окружающей среды в России была создана Единая система государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды). Согласно Л. П. Берназу, И. Н. Жочкину, Н. В. Кичигину данная система охватывает 15 подсистем, из них только две соответствуют области наших исследований: государственный мониторинг водных объектов, государственный мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды. При этом первая подсистема более общего характера, касается в основном порядка осуществления государственного мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды, формирования государственной системы наблюдений за состоянием окружающей среды и обеспечения функционирования такой системы [26].

Анализируя показатели, входящие в государственный мониторинг водных объектов, видим, что одним из его составляющих и обязательным является проведение мониторинга водохозяйственных систем, в т. ч. гидротехнических сооружений, а также объема вод при водопотреблении и сбросе вод, в т. ч. сточных вод. Кроме того, включает в себя постоянные во времени наблюдения за состоянием водных объектов, их количественными и качественными показателями и непосредственно за режимом использования зон затопления, подтопления и водоохранных зон [2]. При этом диффузное загрязнение водных объектов как самостоятельный вид не выделено.

К формам 2-ТП (водхоз) «Сведения об использовании воды» прибегают при загрязнении водных объектов [27]. Данные формы заполняются водопользователями и собственниками водных объектов [28]. Но проблема состоит в отсутствии реального контроля за тем, как это делается и насколько соответствует реальности. Как отмечает в своем интервью член-корреспондент РАН, научный руководитель Института водных проблем РАН В. И. Данилов-Данильян, «формы заполняются исходя из характеристик оборудования, имеющегося на предприятии, и объема производства. Сколько загрязняющих веществ по нормативам должно быть сброшено при этом оборудовании и при данном объеме производства, столько предприятия и записывают вне зависимости от того, хуже или лучше работают очистные сооружения, случаются или не случаются нештатные ситуации с аварийными сбросами, выполняются нормативы на практике или нет и проч.» [6]. В этом случае отметим отсутствие дифференциации по источникам загрязнения – точечные или неточечные.

Проведем анализ состояния российской системы нормативных документов, которые имеют отношение к управлению диффузным стоком. Сведения об основных действующих основополагающих нормативных правовых и методических документах, положения которых следует учитывать при определении диффузного загрязнения поверхностных водных объектов, приведены на рисунке 2.

Рисунок 2 – Перечень нормативно-правовых и методических документов в области охраны водных объектов от загрязнения

Но предварительный анализ показывает, что в них фактически отсутствует само понятие диффузного загрязнения и определение его признаков. То есть на настоящий момент в РФ разработка законодательной и нормативно-методической базы по предотвращению возможного ущерба от диффузного стока с объектов сельскохозяйственного назначения находится на нулевом уровне.

Представленный перечень составлен с использованием базы данных «Гарант» и в дальнейшем будет уточняться, дополняться и подвергаться более детальному анализу с целью определения в нем места диффузного загрязнения водных объектов, а также разработки предложений по усовершенствованию действующего государственного мониторинга водных объектов.

При этом проведенный выше обзор источников по проблеме диффузного загрязнения водных объектов позволяет констатировать, что государственный мониторинг водных объектов как механизм совершенствования государственного управления водохозяйственным комплексом России должен учитывать следующие особенности данного вида загрязнения:

- нестационарный режим поступления загрязняющих веществ от диффузных источников;
- пространственная рассредоточенность источников диффузных загрязнений;
- значительная пространственно-временная изменчивость параметров диффузного стока (концентрации и объемов поллютантов);
- наличие буферной полосы между водным объектом и источником загрязнения, которая обуславливает возможность трансформации ряда химических соединений и частичной аккумуляции твердых веществ;
- поступление загрязняющих веществ в водные объекты от источников диффузного загрязнения различным путем;
- широкий спектр поллютантов, поступающих в водные объекты.

Ученые ФГБНУ «РосНИИПМ» в связи со сложившейся проблемой считают целесообразным разработку ГОСТа или РД «Охрана природы. Гидросфера. Организация и проведение режимных наблюдений за диффузным загрязнением поверхностных вод суши».

Выводы. В связи с принятием национальных проектов, направленных на решение задач улучшения качества водных объектов России, проблема регулирования диффузных загрязнений водных объектов на сегодняшний день является актуальной. Поэтому с учетом характера и особенностей процесса формирования диффузного загрязнения водных объектов, с одной стороны, и того, что проведение государственного мониторинга водных объектов является приоритетным направлением совершенствования государственного управления водохозяйственным комплексом России, с другой стороны, актуален вопрос разработки специальной системы мониторинга источников диффузного загрязнения водных объектов, предусматривающей идентификацию диффузных источников загрязнения, оценку их влияния на экологическое состояние водных объектов, учитывающей степень интенсивности сельскохозяйственной деятельности и природно-климатические условия, а также предполагающей создание эффективных водоохраных программ. Разработанная система мониторинга позволит источники диффузного загрязнения классифицировать и в последующем контролировать.

Список использованных источников

1 Об утверждении Водной стратегии РФ на период до 2020 года: Распоряжение Правительства РФ от 27 августа 2009 г. № 1235-р: по состоянию на 17 апреля 2012 г. // Гарант Эксперт 2020 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2020.

2 Водный кодекс Российской Федерации: Федеральный закон от 3 июня 2006 г. № 74-ФЗ: по состоянию на 1 января 2020 г. // Гарант Эксперт 2020 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2020.

3 Ясинский, С. В. Диффузное загрязнение водных объектов и оценка выноса биогенных элементов при различных сценариях землепользования на водосборе / С. В. Ясинский, Е. В. Веницианов, И. А. Вишневская // Водные ресурсы. – 2019. – Т. 46, № 2. – С. 232–244. – DOI: 10.31857/S0321-0596462232-244.

4 Changes in runoff and water quality in the catchment areas of the reservoirs / S. V. Dolgov, N. I. Koronkevich, E. A. Barabanova, S. I. Shaporenko, S. V. Yasinsky // IOP

Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2019. – Vol. 321(1). – № 012036. – DOI: 10.1088/1755-1315/321/1/012036.

5 Коронкевич, Н. И. Сток с водосбора как источник диффузного загрязнения рек / Н. И. Коронкевич, С. В. Долгов // Вода и экология: проблемы и решения. – 2017. – № 4(72). – С. 103–110. – DOI: 10.23968/2305-3488.2017.22.4.103-110.

6 Оценка антропогенных воздействий на водные ресурсы России / Н. И. Коронкевич, Е. А. Барабанова, А. Г. Георгиади, С. В. Долгов, И. С. Зайцева, Е. А. Кашутина // Вестник Российской академии наук. – 2019. – Т. 89, № 6. – С. 603–614. – DOI: 10.31857/S0869-5873896603-614.

7 Mitigating agricultural diffuse pollution: Uncovering the evidence base of the awareness-behaviour-water quality pathway / M. Okumah, P. J. Chapman, J. Martin-Ortega, P. Novo // Water (Switzerland). – 2018. – Vol. 11(1), № 29. – DOI: 10.3390/w11010029.

8 Веницианов, Е. В. Расчет распространения загрязнений в Клязьминском водохранилище от береговых источников диффузного характера / Е. В. Веницианов, Н. В. Кирпичникова, А. А. Тиунов // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. – 2019. – № 5. – С. 64–79. – DOI: 10.35567/1999-4508-2019-5-5.

9 Яшин, В. М. Исследования источников диффузного загрязнения в бассейне реки Яхромы (Московская область) / В. М. Яшин // Сборник избранных статей по материалам научных конференций ГНИИ «Нацразвитие»: материалы конф. – СПб., 2019. – С. 31–35.

10 К обоснованию мероприятий по предотвращению диффузного загрязнения поверхностных водных объектов при орошении на основе имитационного моделирования / В. В. Бородычев, А. Л. Бубер, С. Д. Исаева, Ю. П. Добрачев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2019. – № 3(55). – С. 323–332. – DOI: 10.32786/2071-9485-2019-03-41.

11 Факторы влияния диффузного загрязнения на водные объекты / Л. Д. Раткович, В. Н. Маркин, И. В. Глазунова, С. А. Соколова // Природообустройство. – 2016. – № 3. – С. 64–75.

12 Кирпичникова, Н. В. Особенности организации мониторинга источников диффузного загрязнения природных вод / Н. В. Кирпичникова, В. О. Полянин // Научные проблемы оздоровления российских рек и пути их решения: сб. науч. тр. – М.: Студия Ф12, 2019. – С. 389–395.

13 Селезнева, А. В. Методология оценки диффузного загрязнения водохранилищ Волжско-Камского каскада / А. В. Селезнева, К. В. Беспалова, В. А. Селезнев // Экологические проблемы бассейнов крупных рек – б: материалы междунар. конф., приуроч. к 35-летию Ин-та экологии Волж. бассейна РАН и 65-летию Куйбышев. биостанции. – Тольятти: Анна, 2018. – С. 276–278.

14 Селезнева, А. В. Оценка диффузного загрязнения Саратовского водохранилища / А. В. Селезнева // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2018. – Т. 20, № 5-2(85). – С. 196–203.

15 Печканова, О. В. Гидролого-генетический метод оценки потенциала загрязнения водных объектов диффузным склоновым стоком на примере Тюменского региона / О. В. Печканова, В. М. Калинин // Проблемы региональной экологии. – 2012. – № 1. – С. 122–127.

16 Yasinskii, S. V. Diffuse pollution of water bodies and estimation of export of biogenic elements under different scenarios of water use in the watershed / S. V. Yasinskii, E. V. Venitsianov, I. A. Vishnevskaya // Water Resources. – 2019. – Vol. 46. – P. 266–277. – DOI: 10.1134/S0097807819020179.

17 Ясинский, С. В. Метод оценки выноса биогенных элементов в овражно-балочную и речную сеть малой реки / С. В. Ясинский, Ф. Н. Гуров, Г. С. Шилькрот // Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2007. – № 4. – С. 44–53.

18 Разработка приоритетных компонентов международного плана управления речным бассейном реки Неман/Нямунас (основные результаты) [Электронный ресурс] / В. Корнеев, К. Титов, А. Авхимович, Л. Нуприенок, Е. Василенок, Т. Вирбискас, Ю. Вайтикуниене. – Режим доступа: http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2018/WAT/05May_15_Minsk/Report_Neman_key_findings_RUS.pdf, 2020.

19 Интервью с В. Даниловым-Данильяном [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.iwp.ru/about/news/ivp-ran-vyyavil-bolee-20-tipov-neizuchennykh-istochnikov-zagryazneniya-volgi/>, 2018.

20 Хубларян, М. Г. Сохранить ресурсы пресных вод / М. Г. Хубларян // Наука в России. – 1997. – № 3. – С. 52–56.

21 House proceedings // Congressional Record. Proceedings and debates of the 106th Congress, first session. – Washington, 2000. – № 8. – P. 41.

22 Integrated climate-chemical indicators of diffuse pollution from land to water / P.-E. Mellander, P. Jordan, M. Bechmann, N. T. McDonald, C. Gascuel-Oudou // Scientific Reports. – 2018. – Vol. 8(1). – № 944. – DOI: 10.1038/s41598-018-19143-1.

23 McConnell, K. A. Limits of American Farm Bureau Federation v. EPA and the clean water act's TMDL provision in the Mississippi river basin / K. A. McConnell // Ecology Law Quarterly. – 2017. – Vol. 44(2). – P. 469–501. – DOI: 10.15779/Z38M61BP5N.

24 Михайлов, С. А. Диффузное загрязнение водных экосистем. Методы оценки и математические модели: аналит. обзор / С. А. Михайлов; СО РАН, ГПНТБ, Ин-т вод. и экол. проблем. – Барнаул: День, 2000. – 130 с.

25 Venitsianov, E. V. Modern problems of water protection in Russia / E. V. Venitsianov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2019. – 321(1). – № 012033. – DOI: 10.1088/1755-1315/321/1/012033.

26 Научно-практический комментарий к Федеральному закону от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» / Л. П. Берназ [и др.]; отв. ред. Н. И. Хлуденева; Ин-т законодательства и сравн. правоведения при Правительстве Рос. Федерации, Юрид. фирма Контракт. – 2018 // Гарант Эксперт 2020 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2020.

27 Об утверждении формы федерального статистического наблюдения с указаниями по ее заполнению для организации Федеральным агентством водных ресурсов федерального статистического наблюдения об использовании воды: Приказ Федеральной службы государственной статистики от 27 декабря 2019 г. № 815 // Гарант Эксперт 2020 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2020.

28 Об утверждении Порядка ведения собственниками водных объектов и водопользователями учета объема забора (изъятия) водных ресурсов из водных объектов и объема сброса сточных вод и (или) дренажных вод, их качества: Приказ Минприроды России от 8 июля 2009 г. № 205 // Гарант Эксперт 2020 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2020.

References

1 *Ob utverzhdenii Vodnoy strategii RF na period do 2020 goda* [On Approval of the Water Strategy of the Russian Federation for the Period until 2020]. Order of the RF Government of 27 August, 2009, no. 1235-r, as of April 17, 2012. (In Russian)

2 *Vodnyy kodeks Rossiyskoy Federatsii* [Water Code of the Russian Federation]. Federal Law of 3 June, 2006, no. 74-FZ, as of January 1, 2020. (In Russian).

3 Yasinsky S.V., Venitsianov E.V., Vishnevskaya I.A., 2019. *Diffuznoe zagryaznenie vodnykh ob'ektov i otsenka vynosa biogennykh elementov pri razlichnykh stsenariyakh zemlepol'zovaniya na vodosbore* [Diffuse pollution of water bodies and estimation of export of biogenic elements under different scenarios of land use in the watershed]. *Vodnye resursy* [Water Resources], vol. 46, no. 2, pp. 232-244, DOI: 10.31857/S0321-0596462232-244. (In Russian).

4 Dolgov S.V., Koronkevich N.I., Barabanova E.A., Shaporenko S.I., Yasinsky S.V., 2019. Changes in runoff and water quality in the catchment areas of the reservoirs. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, vol. 321(1), no. 012036, DOI: 10.1088/1755-1315/321/1/012036.

5 Koronkevich N.I., Dolgov S.V., 2017. *Stok s vodosbora kak istochnik diffuznogo zagryazneniya rek* [Runoff from the watershed as a source of diffuse pollution of rivers]. *Voda i ekologiya: problemy i resheniya* [Water and Ecology: Problems and Solutions], no. 4(72), pp. 103–110, DOI: 10.23968/2305-3488.2017.22.4.103-110. (In Russian).

6 Koronkevich N.I., Barabanova E.A., Georgiadi A.G., Dolgov S.V., Zaitseva I.S., Kashutina E.A., 2019. *Otsenka antropogennykh vozdeystviy na vodnye resursy Rossii* [Assessing the anthropogenic impact on the water resources of Russia]. *Vestnik Rossiyskoy akademii nauk* [Bull. of the Russian Academy of Sciences], vol. 89, no. 6, pp. 603–614, DOI: 10.31857/S0869-5873896603-614. (In Russian).

7 Okumah M., Chapman P.J., Martin-Ortega J., Novo P., 2018. Mitigating agricultural diffuse pollution: Uncovering the evidence base of the awareness-behaviour-water quality pathway. *Water (Switzerland)*, vol. 11(1), no. 29, DOI: 10.3390/w11010029.

8 Venitsianov E.V., Kirpichnikova N.V., Tiunov A.A., 2019. *Raschet rasprostraneniya zagryazneniy v Klyaz'minskom vodokhranilishche ot beregovykh istochnikov diffuznogo kharaktera* [Calculation of the pollution distribution in the Klyazma reservoir from diffuse coastal sources]. *Vodnoe khozyaystvo Rossii: problemy, tekhnologii, upravlenie* [Water Management of Russia: Problems, Technologies, Management], no. 5, pp. 64–79, DOI: 10.35567/1999-4508-2019-5-5. (In Russian).

9 Yashin V.M., 2019. *Issledovaniya istochnikov diffuznogo zagryazneniya v basseynе reki Yakhroma (Moskovskaya oblast')* [Studies of sources of diffuse pollution in the Yakhroma river basin (Moscow region)]. *Sbornik izbrannykh statey po materialam nauchnykh konferentsiy GNII "Natsrazvitie": materialy konferentsii* [Collection of Scientific Papers on the Basis of Scientific Conferences of the SRI "National Development": Proc.]. St. Petersburg, pp. 31–35. (In Russian).

10 Borodychev V.V., Buber A.L., Isaeva S.D., Dobrachev Yu.P., 2019. *K obosnovaniyu meropriyatiy po predotvrashcheniyu diffuznogo zagryazneniya poverkhnostnykh vodnykh ob"ektov pri oroshenii na osnove imitatsionnogo modelirovaniya* [Justification of protective measures against diffuse pollution of surface water objects during irrigation based on simulation]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Bull. of the Lower Volga Agricultural University: Science and Higher Professional Education], no. 3(55), pp. 323–332, DOI: 10.32786/2071-9485-2019-03-41. (In Russian).

11 Ratkovich L.D., Markin V.N., Glazunova I.V., Sokolova S.A., 2016. *Faktory vliyaniya diffuznogo zagryazneniya na vodnye ob"ekty* [Factors of the influence of diffuse pollution on water bodies]. *Prirodoobustroystvo* [Environmental Engineering], no. 3, pp. 64–75. (In Russian).

12 Kirpichnikova N.V., Polyanin V.O., 2019. *Osobennosti organizatsii monitoringa istochnikov diffuznogo zagryazneniya prirodnnykh vod* [Features of the organization of monitoring of diffuse pollution sources of natural waters]. *Nauchnye problemy ozdorovleniya Rossiyskikh rek i puti ikh resheniya: sbornik nauchnykh trudov* [Scientific Problems of the Improvement of Russian Rivers and Ways to Solve Them: Proc.]. Moscow, Studio F12 Publ., pp. 389–395. (In Russian).

13 Selezneva A.V., Besspalova K.V., Seleznev V.A., 2018. *Metodologiya otsenki diffuznogo zagryazneniya vodokhranilishch Volzhsko-Kamskogo kaskada* [Methodology for assessing diffuse pollution of reservoirs of the Volga-Kama cascade]. *Ekologicheskie problemy basseynov krupnykh rek – 6: materialy mezhdunarodnoy konferentsii, priurochennoy k 35-letiyu Institutsta ekologii Volzhskogo basseyna RAN i 65-letiyu Kuybyshevskoy bio-*

stantsii [Ecological Problems of Large River Basins – 6: Proc. International Conference, Devoted to the 35th Anniversary of the Institute of Ecology of Volga Basin of the RAS and the 65th Anniversary of Kuibyshev Biostation]. Tolyatti, Anna Publ., pp. 276-278. (In Russian).

14 Selezneva A.V., 2018. *Otsenka diffuznogo zagryazneniya Saratovskogo vodokhranilishcha* [Evaluation of diffuse pollution of the Saratov reservoir]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk* [Bull. of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences], vol. 20, no. 5-2(85), pp. 196-203. (In Russian).

15 Pechkanova O.V., Kalinin V.M., 2012. *Gidrologo-geneticheskiy metod otsenki potentsiala zagryazneniya vodnykh ob'ektov diffuznym sklonovym stokom na primere Tyumenskogo regiona* [Hydrological and genetic method for assessing the potential of pollution of water bodies by diffuse slope runoff as an example of the Tyumen region]. *Problemy regional'noy ekologii* [Problems of Regional Ecology], no. 1, pp. 122-127. (In Russian).

16 Yasinskii S.V., Venitsianov E.V., Vishnevskaya I.A., 2019. Diffuse pollution of water bodies and estimation of export of biogenic elements under different scenarios of water use in the watershed. *Water Resources*, vol. 46, pp. 266-277, DOI: 10.1134/S0097807819020179.

17 Yasinsky S.V., Gurov F.N., Shil'krot G.S., 2007. *Metod otsenki vynosa biogennykh elementov v ovrazhno-balochnuyu i rechnuyu set' maloy reki* [Method for assessing the export of biogenic elements from gully-ravine and river net of minor rivers]. *Izvestiya Rossiyskoy akademii nauk. Seriya geograficheskaya* [Bull. of Russian Academy of Science. Geography Series], no. 4, pp. 44-53. (In Russian).

18 Korneev V., Titov K., Avkhimovich A., Nuprienok L., Vasilenok E., Virbiskas T., Vaitikuniene Yu., 2018. *Razrabotka prioritetnykh komponentov mezhdunarodnogo plana upravleniya rechnym basseynom reki Neman/Nyamunas* [Development of priority components of the international Neman/Nemunas river basin management plan (main results)], available: http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2018/WAT/05May_15_Minsk/Report_Neman_key_findings_RUS.pdf [accessed 2020]. (In Russian).

19 *Interv'yu s V. Danilovym-Danil'yanom* [Interview with V. Danilov-Danilyan]. 2018, available: <https://www.iwp.ru/about/news/ivp-ran-vyyavil-bolee-20-tipov-neizuchennykh-istochnikov-zagryazneniya-volgi/> [accessed 2018]. (In Russian).

20 Khublaryan M.G.? 1997. *Sokhranit' resursy presnykh vod* [Save fresh water resources]. *Nauka v Rossii* [Science in Russia], no. 3, pp. 52-56. (In Russian).

21 House proceedings. Congressional Record. Proc. and debates of the 106th Congress, first session. Washington, 2000, no. 8, p. 41.

22 Mellander P.-E., Jordan P., Bechmann M., McDonald N.T., Gascuel-Odoux C., 2018. Integrated climate-chemical indicators of diffuse pollution from land to water. *Scientific Reports*, vol. 8(1), no. 944, DOI: 10.1038/s41598-018-19143-1.

23 McConnell K.A., 2017. Limits of American Farm Bureau Federation v. EPA and the clean water act's TMDL provision in the Mississippi river basin. *Ecology Law Quarterly*, vol. 44(2), pp. 469-501, DOI: 10.15779/Z38M61BP5N.

24 Mikhailov S.A., 2000. *Diffuznoe zagryaznenie vodnykh ekosistem. Metody otsenki i matematicheskie modeli: analiticheskiy obzor* [Diffuse Pollution of Aquatic Ecosystems. Assessment Methods and Mathematical Models: Analytical Review]. SB RAS, SPSL, Institute of Water and Ecological Problems, Barnaul, Day Publ., 130 p. (In Russian).

25 Venitsianov E.V., 2019. Modern problems of water protection in Russia. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 321 (1), no. 012033, DOI: 10.1088/1755-1315/321/1/012033.

26 Bernaz L.P., Khludeneva N.I. [et al.], 2018. *Nauchno-prakticheskiy kommentariy k Federal'nomu zakonu ot 10 yanvarya 2002 g. № 7-FZ "Ob okhrane okruzhayushchey sredy"* [Scientific and practical commentary on the Federal Law of January 10, 2002, no. 7-FZ "On Environmental Protection"]. Institute of Legislation and Comparative Jurisprudence under the RF Government 2020. (In Russian).

27 *Ob utverzhdenii formy federal'nogo statisticheskogo nablyudeniya s ukazaniyami po ee zapolneniyu dlya organizatsii Federal'nym agentstvom vodnykh resursov federal'nogo statisticheskogo nablyudeniya ob ispol'zovanii vody* [On approval of the federal statistical monitoring form with directions for filling it in for the organization of the federal statistical monitoring of water use by the Federal Water Agency]. Order of the Federal State Statistics Service of 27 December, 2019, no. 815. (In Russian).

28 *Ob utverzhdenii Poryadka vedeniya sobstvennikami vodnykh ob"ektov i vodo-pol'zovatelyami ucheta ob"ema zabora (iz"yatiya) vodnykh resursov iz vodnykh ob"ektov i ob"ema sbrosa stochnykh vod i (ili) drenazhnykh vod, ikh kachestva* [On approval of the Procedure for the owners of water bodies and water users to keep records of the amount of export (withdrawal) of water resources from water bodies and the volume of wastewater and (or) drainage water discharge, their quality]. Order RF of the Ministry of Natural Resources of 8 July, 2009, no. 205. (In Russian).

Слабунова Александра Васильевна

Ученая степень: кандидат технических наук

Должность: старший научный сотрудник

Место работы: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»

Адрес организации: Баклановский пр-т, 190, г. Новочеркасск, Ростовская область, Российская Федерация, 346421

E-mail: rosniipm@yandex.ru

Slabunova Aleksandra Vasilyevna

Degree: Candidate of Technical Sciences

Position: Senior Researcher

Affiliation: Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems

Affiliation address: Baklanovsky ave., 190, Novocherkassk, Rostov region, Russian Federation, 346421

E-mail: rosniipm@yandex.ru

Суровикина Анастасия Петровна

Должность: младший научный сотрудник

Место работы: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»

Адрес организации: Баклановский пр-т, 190, г. Новочеркасск, Ростовская область, Российская Федерация, 346421

E-mail: rosniipm@yandex.ru

Surovikina Anastasiya Petrovna

Position: Junior Researcher

Affiliation: Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems

Affiliation address: Baklanovsky ave., 190, Novocherkassk, Rostov region, Russian Federation, 346421

E-mail: rosniipm@yandex.ru