

УДК 556.555.8

DOI: 10.31774/2658-7890-2020-3-1-20

**С. А. Манжина, Ю. Е. Домашенко**

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

## **РОССИЙСКИЕ И ЗАРУБЕЖНЫЕ ПРАКТИКИ МОНИТОРИНГА ДИФфуЗИОННЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ, ПОСТУПАЮЩИХ В ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ**

**Цель:** определение приоритетных способов осуществления экологического мониторинга диффузионного загрязнения водных объектов на основании изучения российского и зарубежного опыта контроля поверхностного стока с водосборного бассейна. **Материалы и методы.** Материалами для исследования послужили труды российских и зарубежных ученых, нормативная, правовая и методическая документация в сфере экологического мониторинга водных объектов, программные продукты, применяемые для изучения и моделирования диффузного стока и оценки его последствий. Применялись методы анализа, статистической обработки и обобщения данных. **Результаты.** Как показывает анализ имеющегося опыта контроля поступления диффузионных загрязнений с полей в водные объекты, их оценка на практике осуществляется двумя способами: либо как сумма всех поступлений (из всех источников по всем путям доставки) за минусом массы загрязнений, учтенных в качестве поступивших от организованных источников, либо посредством количественной оценки каждого отдельного источника и путей доставки веществ. В целях реализации второго метода используют так называемые коэффициенты экспорта веществ (в российском варианте – коэффициенты стока), которые определяют с применением натуральных наблюдений и путем моделирования в полевых и лабораторных условиях. В зависимости от конечных целей ведения мониторинга выноса веществ с поверхностным стоком подбираются определяемые и контролируемые параметры. **Выводы.** В мировой практике при осуществлении мониторинга водных объектов и выделении загрязнений от организованных и неорганизованных источников поступления веществ принято использовать два метода: массовый и количественный. Для осуществления мониторинга диффузионного загрязнения, поступающего с поверхностным стоком с сельскохозяйственных полей, необходимо создавать опорные пункты наблюдения в местах, наиболее приближенных к водному объекту. Путем проведения полевых и натуральных исследований необходимо формировать базу коэффициентов стока.

**Ключевые слова:** диффузный сток; водная эрозия почв; диффузионное загрязнение; последствия диффузионного стока; естественная потеря фона; фоновая концентрация; массовый метод; количественный метод; коэффициент стока.

**S. A. Manzhina, Yu. Ye. Domashenko**

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

## **RUSSIAN AND FOREIGN PRACTICES OF MONITORING DIFFUSION POLLUTION ENTERING WATER BODIES**

**Purpose:** determining the priority methods for environmental monitoring of diffusion pollution of water bodies based on the study of Russian and foreign experience in controlling



surface runoff from the catchment basin. **Materials and methods.** The materials for the study were the papers of Russian and foreign scientists, regulatory, legal and methodological documentation in the field of water bodies environmental monitoring, software products used for studying and modeling diffusion runoff and assessing its effects. The analysis, statistical processing and compilation methods were used. **Results.** As the analysis of the existing experience of controlling the diffusion contaminants input from fields into water bodies shows, their assessment is realized in practice in two ways: either as the sum of all inputs (from all sources along all delivery routes) minus the mass of contaminants taken into account as received from organized sources, or by quantifying each individual source and substance delivery route. In implementation the second method, the so-called export substance coefficients (in the Russian version, runoff coefficients) are used, which are determined by field observations and modeling in the field and laboratory conditions. Definable and control parameters are selected depending on the final goals of monitoring the substances export with surface runoff. **Conclusions.** In world practice, while monitoring water bodies and separating contaminants from organized and unorganized sources of substances, two methods - mass and quantitative – are usually used. To monitor diffusion pollution entering with surface runoff from agricultural fields, it is necessary to create observation points in places closest to the water body. By conducting field studies and field surveys it is necessary to form a runoff coefficients base.

**Key words:** diffuse runoff; soil water erosion; diffusion pollution; consequences of diffusion runoff; natural loss of background; background concentration; mass method; quantitative method; runoff coefficient.

**Введение.** Диффузионное загрязнение водных объектов является одной из актуальных экологических проблем, решение которых призвано оздоровить состояние окружающей среды и улучшить условия существования общества. Выделение источников поступления загрязняющих веществ является весьма непростой задачей, особенно когда речь идет о крупных водных объектах, в т. ч. и с трансграничной принадлежностью вод [1–4]. Последствия загрязнения поверхностных вод суши принимают катастрофический характер, так, в США ежегодно 3,5 млн американцев заболевают после отдыха на воде [5]. Особенно уязвимы к антропогенным нагрузкам пресноводные экосистемы. В отчетах Всемирного фонда дикой природы (WWF, 2016–2018 гг.) отмечается, что за последние десятилетия в результате загрязнения и чрезмерной эксплуатации пресноводных экосистем их экологическое состояние ухудшилось, на 81 % сократилось количество их обитателей – гидробионтов [6–8]. В результате увеличения количества биогенов (азота, фосфора) в воде водных объектов, поступающих в результате антропогенной деятельности (с коммунально-бытовыми и животноводческими стоками, с поверхностным стоком с сельскохозяйственных по-

лей), усиливаются процессы эвтрофикации, что приводит к избыточному образованию биомассы в водных экосистемах. В результате этого усиливается потребление растворенного в воде кислорода, что ведет к дефициту его в придонных водах. В особо критичных случаях в результате гипоксии могут образовываться так называемые мертвые зоны [9–13].

Последствия биогенного загрязнения имеют большой масштаб своего влияния на экосистемные характеристики и социальное благополучие. Упомянутая эвтрофикация водных объектов является результатом активного развития сине-зеленых водорослей, многие виды которых токсичны для людей и животных. Из-за ухудшения условий обитания, связанного с содержанием кислорода в воде, происходит изменение и обеднение видового состава гидробионтов (замена ценных пород рыб, чувствительных к количеству кислорода, малоценными). Нарушаются интересы водопотребителей и водопользователей, так как ухудшаются органолептические свойства воды, а соответственно и ее рекреационные характеристики, отмечается уменьшение прозрачности, что ведет к увеличению затрат на ее доочистку при заборе для нужд населения или производственных нужд [12–14].

В связи с приведенными фактами целью исследования стало определение приоритетных способов осуществления экологического мониторинга диффузионного загрязнения водных объектов на основании изучения российского и зарубежного опыта контроля поверхностного стока с водосборного бассейна.

**Материалы и методы.** Материалами для исследования послужили труды российских и зарубежных ученых, нормативная, правовая и методическая документация в сфере экологического мониторинга водных объектов, программные продукты, применяемые для изучения и моделирования диффузного стока и оценки его последствий.

В России изучение количества поступления диффузного стока с различных видов территорий велось еще в 60-х гг. прошлого столетия.

Осуществляя наблюдения за годовым стоком рек, протекающих по территории СССР, К. П. Воскресенский (1962) выявил зависимость величины поверхностного стока от состава почв и способа ее обработки в разные по водообеспеченности годы [15]. В нынешнем веке изучение последствий поверхностного стока вод и поиск путей их предотвращения были продолжены в трудах ученых. Например, А. И. Петелько (2014) [16] проводил длительные исследования стока талых вод с различных по условиям ландшафтов, оценивал влияние на формирование поверхностного стока основных природных и иных факторов [17–19]. Г. Т. Балакай (2014) [20–22] изучал закономерности выноса почв с поверхностным стоком в различных агроландшафтах и эффективность компенсационных мероприятий. Е. В. Полуэктов (2015) [23] наблюдал за стоком талых вод с различной по уплотненности пашни. Б. Хендерсон-Селлерс (1990) [9], Э. М. Беннетт и др. (2001) [10] занимались исследованием эвтрофикации водных объектов, возникающей вследствие попадания биогенов в них, в т. ч. с сельскохозяйственных полей. Ряд зарубежных авторов проводили исследования переноса азота с сельскохозяйственных полей с диффузионным стоком в водные объекты и экологических последствий, сопровождающих этот процесс [11–13]. В настоящее время во всем мире ведутся исследования и поиски путей решения проблем, связанных с диффузионным поступлением загрязняющих веществ в водные объекты [24–29].

В процессе изучения возможностей его мониторинга применялись методы анализа, статистической обработки и обобщения данных.

**Результаты и обсуждение.** Исходя из имеющихся в настоящее время данных, необходимо отметить, что для улучшения состояния водных экосистем, предотвращения их дальнейшей деградации в связи с чрезмерным загрязнением химическими веществами и органическими остатками, а также в целях контроля и прогноза утраты почвенных ресурсов за счет их выноса в водные объекты и перераспределения по поверхности суши,

оценки эффективности и адекватности в условиях сопредельной миграции доз применяемых в сельскохозяйственном производстве агрохимикатов необходимо развивать систему мониторинга, которая будет способна с приемлемой достоверностью определять источники, пути и объемы поступающих в водные объекты загрязнений.

В настоящее время система мониторинга водных объектов в Российской Федерации имеет уже отработанную процедуру проведения, закрепленную соответствующими нормативно-правовыми актами, стандартами и положениями, а также развитую сеть станций наблюдения [30–34]. Он осуществляется по бассейновым округам, определенным в соответствии с ВК РФ [30]. В качестве таксономической единицы бассейновые округа представляют собой водный объект, море или озеро со всей своей водосборной площадью, включающей реки с их речным бассейном и все гидравлически связанные с ними водоемы и водотоки. Место размещения и категория пункта наблюдения, а также программа мониторинга и контролируемые параметры определяются в зависимости от целей мониторинга.

Аналогичным образом устроена система мониторинга водных объектов и за рубежом [35, 36]. Вопрос о разделении общего загрязнения водных экосистем на поступившее от организованных или от неорганизованных источников особенно остро встает там, где необходимо определить зону ответственности всех участников водного баланса загрязняющих веществ. К примеру, подобная практика реализуется в бассейне Балтийского моря: распределение ответственности за поступление тех или иных загрязнений в морскую среду, а также определение их количества от каждой из сторон (стран, территория которых или ее часть расположена в водосборном бассейне Балтики) до сих пор не имеет четкой методики. При этом страны Балтики пришли к соглашению о применении обязательных методов измерения для оценки воздействия на водную экосистему, методик отбора проб, их анализа и расчета аналитической погрешности.

Проведение транснационального мониторинга Балтийского моря регламентируется руководящим документом ПЛК-5 (HELCOM 2006) [3]. В данном контексте в соответствии с соглашением, принятым в странах Балтийского моря, под точечными источниками понимают коммунальные, промышленные стоки и загрязнения, поступающие с рыбных ферм, рассеянные источники, которые представляют собой, например, отдельные разбросанные жилища или фермерские дворы. Диффузные источники поступления веществ определяются как любые антропогенные источники загрязняющих и питательных веществ, не учитываемые в качестве точечных источников, например сельское, лесное хозяйство, сельские и городские застроенные территории и пр. [3].

Количества загрязняющих веществ из диффузных источников могут быть оценены либо как сумма всех поступлений (из всех источников по всем путям доставки) за минусом массы загрязнений, учтенных в качестве поступивших от организованных источников (массовый метод), либо посредством количественной оценки каждого отдельного источника и путей доставки веществ. При этом в оценке диффузного поступления веществ различают:

- потери природного фона (представляют собой потери с природных, не освоенных и не управляемых человеком участков земли и потери с освоенных, управляемых участков, которые будут иметь место в период отсутствия антропогенной активности на них (например, потери от горных районов, лесов, водно-болотных угодий и часть потерь с почв сельскохозяйственного назначения, которые находятся в консервации));

- загрязнения, поступающие с атмосферными осадками;

- загрязнения, поступающие с антропогенно используемых территорий (городская и сельская застройка, промышленные площадки, зоны строительства, сельскохозяйственные поля, разработка карьеров и месторождений полезных ископаемых и т. д.), при этом учитывается поступление их в водный объект не только поверхностным путем, но и посредством переноса с грунтовыми водами [37–39].

В количественной оценке поступления загрязнений и питательных веществ в водный объект от неорганизованных источников загрязнения используют так называемые коэффициенты экспорта веществ (в российском варианте – коэффициент стока). Коэффициенты экспорта веществ варьируются в зависимости от характеристик участка, вида и интенсивности осадков и иных характеристик климата. При их определении учитывают орографические условия местности (уклон, характеристику микрорельефа и пр.), физико-химические характеристики почв (уплотненность, увлажненность, устойчивость к перемещению и выносу частиц, солевой состав и пр.), наличие растительности (густота посадки, количество зеленой массы и развитие корневой системы), температурный режим территории (влияет на величину испарения), скорость и направление ветра, способ использования исследуемых участков водосбора, удаленность контролируемого участка от водного объекта, наличие буферных полос и другие факторы, которые могут быть решающими в каждом конкретном случае.

Определение коэффициента экспорта веществ (коэффициента стока) осуществляют разными способами:

- натурными исследованиями непосредственно на контролируемом участке (рисунок 1);

- полевыми исследованиями (полевой опыт), основанными на выборе репрезентативных участков, где организуются так называемые стоковые площадки (метод стоковых площадок), на которых контролируется вынос почвенных частиц и растворимых в поверхностном стоке веществ [35, 40];

- лабораторными исследованиями, которые проводят на специально организованных лабораторных установках и используют в качестве предварительной базы для выбора контролируемых показателей и вариативных величин (рисунок 2).

На рисунке 1 приведен снимок опорного участка для осуществления полевого мониторинга выноса питательных веществ и загрязнений с по-

верхностным стоком с сельскохозяйственной пашни в штате Индиана, а на рисунке 2 – снимок, сделанный во время лабораторных исследований, посвященных предотвращению эрозии почв и диффузионного загрязнения вод (США) [41].



1 – водосборный колодец; 2 – отбор проб поверхностного стока с полей;  
3 – будка для хранения проб; 4 – солнечная батарея; 5 – расходомер

**Рисунок 1 – Участок полевого мониторинга стока поверхностных вод (штат Индиана, США) (источник ARS USDA) [41]**



**Рисунок 2 – Установка для моделирования дождя и изучения поверхностного стока в Лаборатории естественных наук и инженерных исследований (Natural Science and Engineering Research Laboratory – NSERL, США) [41]**



При проведении полевых и натурных исследований формируется база коэффициентов экспорта веществ, которая позволяет судить о выносе загрязняющих веществ с участков суши по аналогии, путем подбора уже описанных характеристик исследованных участков и сравнения с условиями контролируемого.

Для уточнения величины антропогенного вмешательства оперируют понятием фона. Для водосборных экосистем под ним подразумевается естественная потеря фона, которая характеризует потерю питательных и иных веществ с поверхностным стоком, обусловленную естественным функционированием природной экосистемы. Иными словами, основным показателем может считаться естественная эрозия почв на рассматриваемой территории, которая определяется физико-химическими свойствами почвенных комплексов, уровнем развития и видовым составом растительности на ней, гидрологическими, климатическими и местными орографическими условиями. Для водных объектов применяется понятие «фоновая концентрация контролируемых веществ». На практике определение последней вызывает трудности как в части идентификации фоновых компонентов, так и в части выделения их природообусловленных концентраций с достаточной точностью. Как известно, природный состав воды водных объектов зависит от ряда факторов, основные из которых:

- вид и состав почвенных ресурсов и подстилающих их пород;
- видовой состав растительности, густота насаждений, распределение по территории водосборного бассейна (более конкретизировано в прибрежной зоне и на берегах водного объекта);
- рельеф и уклон местности;
- гидрометрические характеристики (скорость течения, глубина, ширина и шероховатость русла либо ложа, извилистость русла, величина стока);
- химический состав и объем поступления грунтовых вод;
- химический состав и объем поступления атмосферных осадков.

Учет их с максимально возможной точностью и будет лежать в основе определения фоновых концентраций водного объекта [38].

Ориентируясь на то, что величина диффузионного загрязнения весьма незначительно поддается регулированию за счет проведения комплексных мероприятий по организации генерирующих его участков местности, в международной практике часто осуществляют его упрощенную оценку, используя массовый метод определения, уже описанный выше. Так, например, Агентством США по охране окружающей среды (EPA) проводился мониторинг поступления ливневых стоков с различных территорий, что позволило в результате обработки полученных с его помощью данных сформулировать так называемый статистический метод Агентства по охране окружающей среды США [42, 43]. EPA было введено понятие «средняя концентрация события», или, иными словами, средняя концентрация загрязняющего вещества, поступающего с диффузным стоком в водный объект. Последняя определяется отношением общей массы загрязняющего вещества, поступившего в водный объект с ливневым стоком за весь период его выпадения (определенного массовым методом), к объему выпавших за этот период осадков [42]. Данная характеристика была получена в целях использования для разработки и утверждения общей максимальной суточной нагрузки (Total Maximum Daily Load – TMDL), принятой в Штатах в качестве показателя экологического нормирования водных объектов [44, 45]. TMDL представляет собой расчетное максимально возможное количество определенного загрязняющего вещества для поступления (в т. ч. организованного сброса) в водный объект за сутки с учетом сохранения экологических характеристик последнего, определенных стандартами качества воды для данного конкретного загрязнителя. Математическое выражение TMDL имеет вид [44]:

$$\text{TMDL} = \Sigma \text{WLA} + \Sigma \text{LA} + \text{MOS},$$

где  $\Sigma \text{WLA}$  – сумма распределений нагрузки от точечных источников загрязнения рассматриваемого водного объекта, входящих в состав Нацио-

нальной системы предотвращения сброса загрязняющих веществ (NPDES), например, сооружения для очистки сточных вод, некоторые ливневые стоки и операции по концентрированному кормлению животных (иными словами, разрешенные для сброса в водный объект организованные источники загрязнения);

$\Sigma LA$  – сумма распределений нагрузки на рассматриваемый водный объект от неточечных источников загрязнения (диффузных) и природного фона;

MOS – запас прочности, включающий поправку на учет неопределенностей в прогнозировании того, насколько снижение загрязняющих веществ приведет к соблюдению стандартов качества воды [44].

Использование величины TMDL позволяет определить целевые показатели для снижения загрязнения конкретного водного объекта по конкретному загрязняющему его веществу за счет корректировки и распределения требуемых уровней сокращения по источникам загрязнения (как правило, организованным) [44].

В рамках исследования влияния диффузионного загрязнения водных объектов отмечают еще один немаловажный показатель – исследование величины наносов и загрязнений, накопленных в донных отложениях водных объектов. Так, в Европейской рамочной директиве по водным ресурсам (WFD – Водная рамочная директива – ВРД), принятой 23 октября 2000 г. в ЕС (Директива 2000/60/ЕС), отмечено, что при мониторинге последствий диффузионного загрязнения водных объектов необходимо в обязательном порядке исследовать донные отложения и бентос, так как они оказывают влияние на экологическое качество вод водного объекта и могут как аккумулировать поступающие загрязнения, способствовать их биохимической деструкции, так и пролонгировать их действие на качество вод водного объекта [46]. Поэтому программы мониторинга вод должны включать в свой состав и физико-химический и биохимический анализ донных отложений.

В реальности, как подчеркивал И. Д. Родзиллер (1984) [47], любые мелкодисперсные примеси обладают в разной степени сорбционной активностью, поэтому сорбционные процессы в воде водных объектов могут осуществляться за счет различных минеральных и органических взвешенных веществ, фито- и зоопланктона, однако подобная детальность учета не будет соответствовать масштабам исследования, поэтому, по мнению ряда авторов, возможно ограничиться изучением состава и величины донных отложений [48, 49].

Для контроля и оценки осаждения и потерь, поступивших со стоком загрязняющих веществ в процессе их транспортирования в водном потоке, измеряют их содержание в устье реки. Таким образом можно оценить вклад каждой из частей водосбора в валовые загрязнения водных объектов: рек, озер, водохранилищ и морей. В зависимости от особенностей водосборного бассейна, а также с учетом наличия в нем иных водных объектов (мелководных озер, глубоких озер, малых или больших рек, водохранилищ), а также с учетом паводков, частоты затопления территорий и др. определяют массовый баланс загрязняющих веществ [46].

**Выводы.** На основании изучения и анализа российских и зарубежных практик можно сделать следующие выводы.

В мировой практике при осуществлении мониторинга водных объектов и выделении загрязнений от организованных и неорганизованных источников поступления веществ принято использовать два метода: массовый и количественный. Массовый метод дает общее понятие о масштабах диффузионного загрязнения водных объектов. Количественный метод позволяет с большей точностью идентифицировать источники поступления загрязняющих веществ и условия, вызывающие эти поступления.

Для осуществления мониторинга диффузионного загрязнения, поступающего с сельскохозяйственных полей, необходимо создавать опорные пункты наблюдения в местах, наиболее приближенных к водному

объекту, с целью установления количества загрязняющего вещества, попавшего на водосбор, которое будет доставлено со стоком поверхностных и грунтовых вод непосредственно до водного объекта.

Путем проведения полевых и натурных исследований необходимо формировать базу коэффициентов стока для территорий с различными характеристиками, которая будет создавать возможность прогнозирования последствий поверхностного стока и моделирования условий организации и планов использования обследуемых территорий.

Контроль загрязнения водных объектов в Российской Федерации осуществляется Росгидрометом, который к настоящему времени накопил значительный опыт в осуществлении экологического мониторинга и базу данных многолетних наблюдений. До настоящего времени об уровне диффузионного загрязнения водных объектов на территории страны судили, используя массовый метод анализа полученных данных. Однако в последнее время стал актуальным контроль отдельных неорганизованных источников поступления загрязнений в водный объект. Что касается площадного источника поллютантов – сельскохозяйственных полей, то наиболее приемлемым вариантом для отбора проб и осуществления указанного контроля, по нашему мнению, является использование аккредитованных лабораторий при ФГБУ, оказывающих услуги по подаче (отводу) воды в интересах сельхозтоваропотребителей соответствующего субъекта федерации.

#### **Список использованных источников**

1 Diffuse Pollution, Degraded Waters: Emerging Policy Solutions. – 2017. – 120 p. – DOI: <https://doi.org/10.1787/9789264269064-en>. – (OECD Studies on Water).

2 Water pollution from agriculture: a global review. Executive summary / J. Mateo-Sagasta, S. Marjani Zadeh, H. Turrall, J. Burke; Food and Agriculture Organization of the United Nations, International Water Management Institute. – Rome, Colombo, 2017. – 29 p.

3 Fifth Baltic Sea Pollution Load Compilation (PLC-5) / S. Knuuttila, L. M. Svendsen, H. Staaf, P. Kotilainen, S. Boutrup, M. Pyhälä, M. Durkin; HELCOM. – 2011. – 116 p. – (Balt. Sea Environ. Proc. № 128).

4 Diffuse Pollution, Degraded Waters: Emerging Policy Solutions. Policy highlights / OECD Environment Directorate [Electronic resource]. – 2017, Mar. – Mode of access: <https://www.oecd.org/environment/resources/Diffuse-Pollution-Degraded-Waters-Policy-Highlights.pdf>, 2020.

5 How sewage pollution ends up in rivers [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.americanrivers.org/threats-solutions/clean-water/sewage-pollution/>, 2020.

6 Living Planet Report 2016. Risk and resilience in a new era / editor-in-chief: N. Oerlemans; WWF International. – Gland, Switzerland, 2016. – 144 p.

7 Living Planet Report 2018: Aiming higher / editors-in-chief: M. Grooten, R. Almond; WWF International. – Switzerland, 2018. – 144 p.

8 WWF России 2018. Годовой отчет / WWF. – М., 2019. – 62 с.

9 Хендерсон-Селлерс, Б. Умирающие озера. Причины и контроль антропогенного эвтрофирования / Б. Хендерсон-Селлерс, Х. Р. Марклэнд; пер. с англ. – Л.: Гидрометеоиздат, 1990. – 279 с.

10 Bennett, E. M. Human impact on erodable phosphorus and eutrophication: A global perspective / E. M. Bennett, S. R. Carpenter, N. F. Caraco // *Bioscience*. – 2001. – № 51(3). – P. 227–234.

11 Kyriakeas, S. A. Effects of adjacent agricultural activities and watershed characteristics on stream macroinvertebrates communities / S. A. Kyriakeas, M. C. Watzin // *Journal of the American Water Resources Association*. – 2006. – № 42. – P. 425–441. – DOI: 10.1111/j.1752-1688.2006.tb03848.x.

12 Robertson, G. P. Nitrogen in agriculture: balancing the cost of an essential resource / G. P. Robertson, P. M. Vitousek // *Ann. Rev. Environ. Resour.* – 2009. – Vol. 34. – P. 97–125. – DOI: 10.1146/annurev.enviro.032108.105046.

13 The role of nitrogen in climate change and the impacts of nitrogen-climate interactions in the United States: foreword to thematic issue / E. C. Suddick, P. Whitney, A. R. Townsend, E. A. Davidson // *Biogeochemistry*. – 2013. – № 114. – P. 1–10. – DOI: 10.1007/s10533-012-9795-z.

14 Алимов, А. Ф. Эвтрофирование водоемов и структура сообщества гидробионтов / А. Ф. Алимов, М. С. Голубков // *Биология внутренних вод*. – 2014. – № 3. – С. 5–11.

15 Воскресенский, К. П. Норма и изменчивость годового стока рек Советского Союза / К. П. Воскресенский; отв. ред. В. Г. Андреев. – Л.: Гидрометеоиздат, 1962. – 552 с.

16 Петелько, А. И. Характеристика поверхностного стока талых вод с разных угодий за 50 лет / А. И. Петелько, В. И. Панов // *Вестник АПК Ставрополя*. – 2014. – № 4(16). – С. 155–162.

17 Петелько, А. И. Влияние основных природных факторов на формирование поверхностного стока талых вод в лесомелиорированных агроландшафтах в лесостепной и степной зонах европейской части России / А. И. Петелько, В. И. Панов // *Научные ведомости. Серия: Естественные науки*. – 2019. – Т. 43, № 1. – С. 16–29. – DOI: 10.18413/2075-4671-2019-43-1-16-29.

18 Баранов, А. Т. Прогнозирование поверхностного стока талых вод с сельскохозяйственных угодий в лесостепной части бассейна Волги / А. Т. Баранов, А. И. Петелько // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование*. – 2018. – № 4(52). – С. 43–49. – DOI: 10.32786/2071-9485-2018-04-5.

19 Петелько, А. И. Влияние контурных стокорегулирующих лесных полос на природные факторы и показатели стока талых вод / А. И. Петелько // *Защитное лесоразведение в Российской Федерации: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию Всерос. науч.-исслед. ин-та агролесомелиорации*. – Волгоград: ВНИ-АЛМИ, 2011. – С. 243–250.

20 Мелиоративные компенсационные мероприятия, снижающие поверхностный сток талых, дождевых и ирригационных вод с земель сельскохозяйственного назначения: науч. обзор / Г. Т. Балакай, Н. И. Балакай, А. Н. Бабичев, С. Г. Балакай, В. А. Монастырский, В. И. Ольгаренко; ФГБНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск, 2014. – 82 с.

21 Шевченко, Д. А. Формирование поверхностного стока в зависимости от естественных и искусственных факторов / Д. А. Шевченко, Г. Т. Балакай // *Проблемы ра-*

ционального природопользования и пути их решения: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 45-летию ФГБОУ ВО «ДГТУ». – 2018. – С. 171–176.

22 Балакай, Г. Т. Регулирование величины водной эрозии поверхностным покровом / Г. Т. Балакай, Д. А. Шевченко // Проблемы производства продукции растениеводства на мелиорированных землях: сб. тр. Междунар. конф., посвящ. 75-летию СтавГАУ и 65-летию агр. фак. – Ставрополь: Агрус, 2005. – С. 204–205.

23 Полуэктов, Е. В. Сток талых вод с различной по степени уплотненности пашни / Е. В. Полуэктов // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. – 2015. – № 3(19). – С. 139–149. – Режим доступа: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=814>.

24 Mitigating agricultural diffuse pollution: uncovering the evidence base of the awareness – behavior – water quality pathway / M. Okumah, P. J. Chapman, J. Martin-Ortega, P. Novo // Water. – 2019. – 11(1): 29. – 19 p. – DOI: 10.3390/w11010029.

25 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.

26 Мушаева, Т. И. Закономерности формирования поверхностного стока и смыва почвы в период весеннего снеготаяния на территории агроландшафта и их влияние на качество речных вод / Т. И. Мушаева, В. В. Демидов // Живые и биокосные системы [Электронный ресурс]. – 2015. – № 11. – 9 с. – Режим доступа: <https://jbks.ru/archive/issue-11/article-9/>.

27 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. 103–111.

28 Петелько, А. И. Влияние агрофона на сток талых вод / А. И. Петелько, О. В. Богачев // Двадцать четвертое пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов. – Барнаул: Изд-во Алт. госунта, 2009. – С. 166–169.

29 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.

30 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.

31 Об охране окружающей среды: Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ: по состоянию на 27 декабря 2019 г. // Гарант Эксперт 2020 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2020.

32 О государственном экологическом мониторинге (государственном мониторинге окружающей среды) и государственном фонде данных государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды): Постановление Правительства РФ от 9 августа 2013 г. № 681: по состоянию на 30 ноября 2018 г. // Гарант Эксперт 2020 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2020.

33 Об осуществлении государственного мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды: Постановление Правительства РФ от 6 июня 2013 г. № 477: по состоянию на 10 июля 2014 г. // Гарант Эксперт 2020 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2020.

34 Об утверждении Положения об осуществлении государственного мониторинга водных объектов: Постановление Правительства РФ от 10 апреля 2007 г. № 219: по состоянию на 18 апреля 2014 г. // Гарант Эксперт 2020 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2020.

35 Borden, C. Water Quality Monitoring System Design / C. Borden, D. Roy; International Institute for Sustainable Development. – 2015. – 47 p.

36 Planning of water monitoring systems. WMO-No. 1113 / World Meteorological Organization. – 2013. – 117 p. – (Technical Report Series No. 3).

37 EEA core set of indicators – Guide / European Environment Agency. – Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2005. – 38 p.

38 Beven, K. Rainfall-Runoff Modelling: The Primer / K. Beven. – 2<sup>nd</sup> ed. – Noida, India: First Impression, 2012. – 450 p.

39 Закономерности антропогенного преобразования малых водосборов степной зоны юга России (в пределах Ростовской области) / В. Е. Закруткин, Н. И. Коронкевич, Д. Ю. Шишкина, С. В. Долгов. – Ростов н/Д.: Изд-во Рост. ун-та, 2004. – 252 с.

40 Методика дождевания стоковых площадок для исследования эрозионных процессов / Ю. П. Сухановский, А. И. Санжаров, О. Г. Чуян, Е. П. Проценко, Н. В. Рязанцева, А. А. Проценко, С. С. Балабанов, В. Б. Горин. – Курск: ВНИИЗиЗПЭ РАСХН, 2005. – 30 с.

41 National soil erosion research: West Lafayette, IN [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.ars.usda.gov/midwest-area/west-lafayette-in/national-soil-erosion-research/#>, 2020.

42 Martins, T. Clean Water Act Abstracts. What is the Clean Water Act? [Electronic resource] / T. Martins. – Mode of access: <https://www.grc.nasa.gov/WWW/k-12/fenlewis/cwa.htm>, 2020.

43 EPA History: Water – The Challenge of the Environment: A Primer on EPA's Statutory Authority [Electronic resource]. – 1972, Dec. – Mode of access: <https://archive.epa.gov/epa/aboutepa/epa-history-water-challenge-environment-primer-epas-statutory-authority.html>, 2020.

44 Overview of Total Maximum Daily Loads (TMDLs) [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.epa.gov/tmdl/overview-total-maximum-daily-loads-tmdls>, 2020.

45 Guidelines for Reviewing TMDLs Under Existing Regulations Issued in 1992 [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.epa.gov/tmdl/guidelines-reviewing-tmdls-under-existing-regulations-issued-1992>, 2020.

46 WFD Guidance Documents [Electronic resource]. – Mode of access: [https://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/facts\\_figures/guidance\\_docs\\_en.htm](https://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/facts_figures/guidance_docs_en.htm), 2020.

47 Родзиллер, И. Д. Прогноз качества воды водоемов – приемников сточных вод / И. Д. Родзиллер. – М.: Стройиздат, 1984. – 263 с.

48 Ясинский, С. В. Диффузное загрязнение водных объектов и оценка выноса биогенных элементов при различных сценариях землепользования на водосборе / С. В. Ясинский, М. В. Сидорова, И. А. Вишневская // Водные ресурсы. – 2019. – Т. 46, № 2. – С. 232–244.

49 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 // Изв. РАН. Сер. географ. – 2007. – № 4. – С. 44–53.

## References

1 Diffuse Pollution, Degraded Waters: Emerging Policy Solutions. 2017, 120 p., DOI: <https://doi.org/10.1787/9789264269064-en>.

2 Mateo-Sagasta J., Marjani Zadeh S., Turrall H., Burke J., 2017. Water pollution from agriculture: a global review. Executive summary. Food and Agriculture Organization of the United Nations, International Water Management Institute. Rome, Colombo, 29 p.

3 Knuuttila S., Svendsen L.M., Staaf H., Kotilainen P., Boutrup S., Pyhälä M., Durkin M., 2011. Fifth Baltic Sea Pollution Load Compilation (PLC-5). HELCOM, 116 p. (Balt. Sea Environ. Proc. № 128).

4 Diffuse Pollution, Degraded Waters: Emerging Policy Solutions. Policy Highlights. OECD Environment Directorate. 2017, Mar., available: <https://www.oecd.org/environment/resources/Diffuse-Pollution-Degraded-Waters-Policy-Highlights.pdf> [accessed 2020].



5 How sewage pollution ends up in rivers, available: <https://www.americanrivers.org/threats-solutions/clean-water/sewage-pollution/> [accessed 2020].

6 Oerlemans N., 2016. Living Planet Report Risk and Resilience in a New Era. WWF International. Gland, Switzerland, 144 p.

7 Grooten M., Almond R., 2018. Living Planet Report 2018: Aiming higher. WWF International. Switzerland, 144 p.

8 *WWF Rossii 2018. Godovoy otchet* [WWF Russia 2018. Annual Report]. Moscow, 2019, 62 p. (In Russian).

9 Henderson-Sellers B., Markland H.R., 1990. *Umirayushchie ozera. Prichiny i kontrol' antropogennogo evtrofirovaniya* [Dying Lakes. Reasons and Control of Anthropogenic Eutrophication]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 279 p. (In Russian).

10 Bennett E.M., Carpenter S.R., Caraco N.F., 2001. Human impact on erodable phosphorus and eutrophication: A global perspective. *Bioscience*, no. 51(3), pp. 227-234.

11 Kyriakeas S.A., Watzin M.C., 2006. Effects of adjacent agricultural activities and watershed characteristics on stream macroinvertebrates communities. *Journal of the American Water Resources Association*, no. 42, pp. 425-441, DOI: 10.1111/j.1752-1688.2006.tb03848.x.

12 Robertson G.P., Vitousek P.M., 2009. Nitrogen in agriculture: balancing the cost of an essential resource. *Ann. Rev. Environ. Resour.*, vol. 34, pp. 97-125, DOI: 10.1146/annurev.enviro.032108.105046.

13 Suddick E.C., Whitney P., Townsend A.R., Davidson E.A., 2013. The role of nitrogen in climate change and the impacts of nitrogen-climate interactions in the United States: foreword to thematic issue. *Biogeochemistry*, no. 114, pp. 1-10, DOI: 10.1007/s10533-012-9795-z.

14 Alimov A.F., Golubkov M.S., 2014. *Evtrofirovaniye vodoemov i struktura soobshchestva gidrobiontov* [Eutrophication of water bodies and the structure of hydrobionts community]. *Biologiya vnutrennikh vod* [Biology of Inland Waters], no. 3, pp. 5-11. (In Russian).

15 Voskresensky K.P., 1962. *Norma i izmenchivost' godovogo stoka rek Sovetskogo Soyuza* [Norm and Variability of the Annual Flow of Rivers of the Soviet Union]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 552 p. (In Russian).

16 Petel'ko A.I., Panov V.I., 2014. *Kharakteristika poverkhnostnogo stoka talykh vod s raznykh ugodiy za 50 let* [Characterization of the surface runoff of meltwater from different lands over 50 years]. *Vestnik APK Stavropol'ya* [Bull. AIC Stavropol], no. 4(16), pp. 155-162. (In Russian).

17 Petel'ko A.I., Panov V.I., 2019. *Vliyanie osnovnykh prirodnykh faktorov na formirovaniye poverkhnostnogo stoka talykh vod v lesomeliyrovannykh agrolandshaftakh v lesostepnoy i stepnoy zonakh evropeyskoy chasti Rossii* [Influence of the main natural factors on the formation of surface runoff of meltwater in forest-reclaimed agrolandscapes in the forest-steppe and steppe zones of the European part of Russia]. *Nauchnye vedomosti. Seriya: Estestvennyye nauki* [Scientific Bull. Series: Natural Sciences], vol. 43, no. 1, pp. 16-29, DOI: 10.18413/2075-4671-2019-43-1-16-29. (In Russian).

18 Barabanov A.T., Petel'ko A.I., 2018. *Prognozirovaniye poverkhnostnogo stoka talykh vod s sel'skokhozyaystvennykh ugodiy v lesostepnoy chasti basseyna Volgi* [Forecasting the surface runoff of meltwater from agricultural land in the forest-steppe part of the Volga basin]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Bull. of the Lower Volga Agricultural University: Science and Higher Professional Education], no. 4(52), pp. 43-49, DOI: 10.32786/2071-9485-2018-04-5. (In Russian).

19 Petel'ko A.I., 2011. *Vliyanie konturnykh stokoreguliruyushchikh lesnykh polos na prirodnye faktory i pokazateli stoka talykh vod* [Influence of contour flow-regulating forest belts on natural factors and indicators of meltwater runoff]. *Zashchitnoye lesorazvedeniye v Rossiyskoy Federatsii: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 80-letiyu Vserossiiskogo nauchno-issledovatel'skogo institutata agrolesomeli-oratsii* [Protective Afforestation in the Russian Federation: Proc. of International Scientific

and Practical Conference Devoted to the 80th Anniversary of All-Russian Scientific Research Institute of Agroforestry]. Volgograd, VNIALMI Publ., pp. 243-250. (In Russian).

20 Balakai G.T., Balakai N.I., Babichev A.N., Balakai S.G., Monastyrsky V.A., Olga-renko V.I., 2014. *Meliorativnye kompensatsionnye meropriyatiya, snizhayushchie poverkhnostnyy stok talykh, dozhdevykh i irrigatsionnykh vod s zemel' sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya: nauchnyy obzor* [Land Reclamation Measures for Reducing the Surface Runoff of Melt, Rain and Irrigation Water from Agricultural Land: Scientific Review]. RosNIIPM, Novocherkassk, 82 p. (In Russian).

21 Shevchenko D.A., Balakai G.T., 2018. *Formirovanie poverkhnostnogo stoka v zavisimosti ot estestvennykh i iskusstvennykh faktorov* [Formation of surface runoff depending on natural and artificial factors]. *Problemy ratsional'nogo prirodopol'zovaniya i puti ikh resheniya: materialy Vserossiiskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 45-letiyu FGBOU VO "DGTU"* [Problems of Rational Use of Nature Resources and Ways to Solve Them: Proc. of All-Russian Scientific and Practical Conference Devoted to the 45<sup>th</sup> Anniversary of DSTU], pp. 171-176. (In Russian).

22 Balakai G.T., Shevchenko D.A., 2005. *Regulirovanie velichiny vodnoy erozii poverkhnostnym pokrovom* [Regulation of water erosion by surface cover]. *Problemy proizvodstva produktsii rastenievodstva na meliorirovannykh zemlyakh: sbornik trudov Mezhdunarodnoy konferentsii, posvyashchennoy 75-letiyu StavGAU i 65-letiyu agronomicheskogo fakulteta* [Problems of Crop Production on Reclaimed Lands: Proc. of International Conference Devoted to the 75<sup>th</sup> Anniversary of Stavropol' State Agrarian University and the 65<sup>th</sup> anniversary of the Agronomy Faculty]. Stavropol, Agrus Publ., pp. 204-205. (In Russian).

23 Poluektov E.V., 2015. [The snowmelt runoff from arable land of various degrees of compaction]. *Nauchnyy Zhurnal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii*, no. 3(19), pp. 139-149, available: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=814>. (In Russian).

24 Okumah M., Chapman P.J., Martin-Ortega J., Novo P., 2019. Mitigating agricultural diffuse pollution: uncovering the evidence base of the awareness – behavior – water quality pathway. *Water*, no. 11(1): 29, 19 p., DOI: 10.3390/w11010029.

25 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).

26 Mushaeva T.I., Demidov V.V., 2015. *Zakonomernosti formirovaniya poverkhnostnogo stoka i smyva pochvy v period vesennego snegotayaniya na territorii agrolandshafta i ikh vliyanie na kachestvo rechnykh vod* [Patterns of formation of surface runoff and soil erosion during spring snowmelt on the territory of the agrolandscape and their influence on the river waters quality of]. *Zhivye i biokosnyye sistemy* [Living and Biocos Systems], no. 11, 9 p., available: <https://jbks.ru/archive/issue-11/article-9/>. (In Russian).

27 Koronkevich N.I., Dolgov S.V., 2017. *Stok s vodosbora kak istochnik diffuznogo zagryazneniya rek* [Runoff from a 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. 103-111. (In Russian).

28 Petel'ko A.I., Bogachev O.V., 2009. *Vliyanie agrofona na stok talykh vod* [Effect of Soil Fertility on the meltwater runoff]. *Dvadsat' chetvertoe plenarnoe mezhvuzovskoe koordinatsionnoe soveshchanie po probleme erozionnykh, ruslovykh i ust'evykh protsessov* [The 24<sup>th</sup> Plenary Interdisciplinary Coordination Workshop on the Problem of Erosion, Canal and Estuary Processes]. Barnaul, Alt. State University Publ., pp. 166-169. (In Russian).

29 Mikhailov S.A., 2000. *Diffuznoe zagryaznenie vodnykh ekosistem. Metody otsenki i matematicheskie modeli: analit. 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).

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

31 *Ob okhrane okruzhayushchey sredy* [On Environmental Protection]. Federal Law of RF of 10 January, 2002, no. 7- FZ, as of December 27, 2019. (In Russian).

32 *O gosudarstvennom ekologicheskom monitoringe (gosudarstvennom monitoringe okruzhayushchey sredy) i gosudarstvennom fonde dannykh gosudarstvennogo ekologicheskogo monitoringa (gosudarstvennogo monitoringa okruzhayushchey sredy)* [On state environmental monitoring (state environmental monitoring) and the state fund of state environmental monitoring data (state environmental monitoring)]. Decree of the Government of the Russian Federation of 9 August, 2013, no. 681, as of November 30, 2018. (In Russian).

33 *Ob osushchestvlenii gosudarstvennogo monitoringa sostoyaniya i zagryazneniya okruzhayushchey sredy* [On the implementation of state monitoring of the state and environmental pollution]. Decree of the Government of the Russian Federation of 6 June, 2013, no. 477, as of July 10, 2014. (In Russian).

34 *Ob utverzhdenii Polozheniya ob osushchestvlenii gosudarstvennogo monitoringa vodnykh ob"ektov* [On approval of the Regulation on the implementation of state monitoring of water bodies]. Decree of the Government of the Russian Federation of 10 April, 2007, no. 219, as of April 18, 2014. (In Russian).

35 Borden C., Roy D., 2015. Water Quality Monitoring System Design. International Institute for Sustainable Development, 47 p.

36 Planning of water monitoring systems. WMO-No.1113. World Meteorological Organization, 2013, 117 p. (Technical Report Series No. 3).

37 EEA core set of indicators – Guide. European Environment Agency. Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities, 2005, 38 p.

38 Beven K., 2012. Rainfall-Runoff Modelling: The Primer. 2<sup>nd</sup> ed., Noida, India, First Impression, 450 p.

39 Zakrutkin V.E., Koronkevich N.I., Shishkina D.Yu., Dolgov S.V., 2004. *Zakonmernosti antropogennogo preobrazovaniya malykh vodosborov stepnoy zony yuga Rossii (v predelakh Rostovskoy oblasti)* [Patterns of anthropogenic transformation of small catchments in the steppe zone of southern Russia (within the Rostov region)]. Rostov-on-Don, Rostov University Publ., 252 p. (In Russian).

40 Sukhanovsky Yu.P., Sanzharov A.I., Chuyan O.G., Protsenko E.P., Ryazantseva N.V., Protsenko A.A., Balabanov S.S., Gorin V.B., 2005. *Metodika dozhdevaniya stokovykh ploshchadok dlya issledovaniya erozionnykh protsessov* [The Sprinkling Technique of Runoff Sites for the Study of Erosion Processes]. Kursk, VNIIZIPE RAAS, 30 p. (In Russian).

41 National Soil Erosion Research: West Lafayette, IN, available: <https://www.ars.usda.gov/midwest-area/west-lafayette-in/national-soil-erosion-research/#> [accessed 2020].

42 Martins T., 2020. Clean Water Act Abstracts. What is the Clean Water Act? [Electronic resource], available: <https://www.grc.nasa.gov/WWW/k-12/fenlewis/cwa.htm>.

43 EPA History: Water – The Challenge of the Environment: A Primer on EPA's Statutory Authority [Electronic resource]. 1972, available: <https://archive.epa.gov/epa/aboutepa/epa-history-water-challenge-environment-primer-epas-statutory-authority.html> [accessed 2020].

44 Overview of Total Maximum Daily Loads (TMDLs), available: <https://www.epa.gov/tmdl/overview-total-maximum-daily-loads-tmdls> [accessed 2020].

45 Guidelines for Reviewing TMDLs under Existing Regulations Issued in 1992, available: <https://www.epa.gov/tmdl/guidelines-reviewing-tmdls-under-existing-regulations-issued-1992> [accessed 2020].

46 WFD Guidance Documents, available: [https://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/facts\\_figures/guidance\\_docs\\_en.htm](https://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/facts_figures/guidance_docs_en.htm) [accessed 2020].

47 Rodziller I.D., 1984. *Prognoz kachestva vody vodoemov – priemnikov stochnykh*

*vod* [Forecast of Water Quality in Water Reservoirs]. Moscow, Stroyizdat Publ., 263 p. (In Russian).

48 Yasinsky S.V., Sidorova M.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 water use in watershed]. *Vodnye resursy* [Water Resource], vol. 46, no. 2, pp. 232-244. (In Russian).

49 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 Section], no. 4, pp. 44-53. (In Russian).

---

**Манжина Светлана Александровна**

Ученая степень: кандидат технических наук

Ученое звание: доцент

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

**Manzhina Svetlana Aleksandrovna**

Degree: Candidate of Technical Sciences

Title: Associate Professor

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

**Домашенко Юлия Евгеньевна**

Ученая степень: доктор технических наук

Должность: заместитель директора по науке

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

**Domashenko Yuliya Yevgenyevna**

Degree: Doctor of Technical Sciences

Position: Deputy Director of Science

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

*Поступила в редакцию 19.06.2020*

*После доработки 13.07.2020*

*Принята к публикации 02.09.2020*