

## **ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**

на диссертацию **Анциферовой Марины Артуровны** на тему: «Оценка загрязнения микропластиком Нижнего Дона, Цимлянского водохранилища, Нижней Волги и Северного Каспия», представленную на соискание ученой степени кандидата географических наук по научной специальности 1.6.21. Геоэкология (географические науки)

### ***Актуальность темы диссертационного исследования***

Работа Анциферовой М. А. посвящена важной экологической проблеме – загрязнению водной среды частицами пластика, объемы которого достигают значительных масштабов. Обширная география исследований включает водные системы, играющие значительную роль в экономическом развитии юга России: Нижний Дон с притоком Северский Донец, Цимлянское водохранилище, Нижняя Волга и Северный Каспий. Данные объекты были впервые исследованы соискателем на содержание микропластика (МП), в чем и заключается актуальность работы. Необходимо отметить методическую значимость исследования, которая состоит в применении и оценке различных способов пробоотбора и определения микропластика.

### ***Степень обоснованности и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций***

Выносимые научные положения и результаты подтверждаются большим объемом фактического материала, собранного и проанализированного в ходе выполнения различного рода исследований, как полевых, так и лабораторных, для которых автором были тщательно подобраны наиболее распространенные в научной среде методы. Результаты сопоставлялись с данными по загрязнению микропластика на водоемах и водотоках России и Мира. Достоверность проведенных исследований подтверждается также **полнотой изложения материалов диссертации** в опубликованных соискателем работах по теме диссертации. По теме диссертации опубликовано 20 работ, из них в ведущих рецензируемых изданиях, соответствующих перечню ВАК по специальности 1.6.21. Геоэкология – 3 работы. Результаты исследования М.А. Анциферовой докладывались и обсуждались на многочисленных всероссийских и международных конференциях.

### ***Научная новизна и практическая значимость работы***

В диссертации Анциферовой М.А. впервые приводится комплексная оценка загрязнения микропластиком Нижнего Дона, Цимлянского

водохранилища, Нижней Волги и Северного Каспия по актуальным, фактическим данным. В ходе исследований описаны количественные и качественные характеристики микропластика: определен уровень концентраций, выявлены особенности пространственного распределения микропластика, источники поступления, морфологические, морфометрические характеристики и состав частиц МП. Рассчитан индекс опасности полимеров РНІ (PolymerHazard Index), ранее не использовавшийся для водных объектов в пределах территории России. Также впервые исследованы сточные воды г. Ростов-на-Дону.

### *Личный вклад автора*

Стоит отметить высокую значимость личного вклада автора на каждом этапе исследований: от выполнения судовых экспедиционных работ, лабораторного и инструментального анализа, до конечной интерпретации и описания результата, создания картографического материала. Соискателем отобрано и проанализировано 105 проб воды, при непосредственном участии проведены определения растровым электронным микроскопом 119 частиц микропластика, на Рамановском спектрометре 107 частиц, и на ИК-Фурье спектрометре = 122 частиц. Исследования проводились в ЦКП «Центр исследований минерального сырья и состояния окружающей среды» Института Наук о Земле ЮФУ и лаборатории гидрологии и гидрохимии ЮНЦ РАН; также использовалось оборудование ЦКП ЮНЦ РАН: растровый сканирующий электронный микроскоп Carl Zeiss EVO 40, Рамановский спектрометр RAMOS S120, ИК-Фурье спектрометр FSM 2202.

### *Соответствие диссертации и автореферата требованиям «Положения о присуждении ученых степеней в ЮФУ»*

Представленная для защиты диссертация Анциферовой М.А. является научно-квалификационной работой, посвященной проблеме загрязнения микропластиком значимых для развития региона водных объектов, для которых характерна высокая антропогенная нагрузка. Установлено содержанием пластиковых частиц в Нижнем Дону и Северском Донце, Цимлянском водохранилище, Нижней Волге и Северном Каспии.

Диссертация написана самостоятельно, обладает актуальностью, научной новизной и является завершенным научным исследованием, объединенной одной идеей и результатами. Основные результаты опубликованы в 20 работах, среди которых 5 в научных изданиях, входящих в перечень ВАК по наукам о Земле (из них 3 – по соответствующей

специальности 1.6.21. Геоэкология). Таким образом диссертация и автореферат Анциферовой М.А, полностью соответствует требованиям «Положения о присуждения ученых степеней в ЮФУ», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук.

### ***Основные защищаемые положения***

1. Микропластик присутствует в водной среде всех исследуемых объектов с максимальными концентрациями за период исследований: Нижний Дон – 139 шт/м<sup>3</sup>, Северский Донец – 38 шт/л, Цимлянское вдхр. – 60 шт/л, Нижняя Волга – 100 шт/м<sup>3</sup>, Северный Каспий – 44 шт/м<sup>3</sup>. Полученные результаты сопоставимы с уровнем загрязнения водных объектов России и Мира.

2. Высокие концентрации микропластика приурочены к крупным населенным пунктам (Астрахань, Волгоград), бьефам гидроузлов, местам впадения рек-притоков (Кундрючья, Маныч, Аксай), устьевым областям Дона и Волги, зонам смешения на маргинальных фильтрах, то есть зависят как от природных, так и от антропогенных факторов.

3. Обнаруженные частицы микропластика, в основном волокна (от 60% до 90%) и фрагменты (от 30% до 5%), по составу являются: полиэтиленом высокого и низкого давления, (поли) этиленвинилацетатом, полистиролом, полипропиленом, полиамидом, полиэтилентерефталатом с общим индексом опасности (РНІ) второго класса.

Защищаемые положения четко прописаны и отражают суть проведенных исследований.

### ***Объем и структура диссертации, основное содержание работы***

Диссертация Анциферовой М.А. состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы. Общий объем работы составляет 162 страницы, включая 58 рисунков и 11 таблиц. Список литературы включает 212 источников.

В главе 1 «Постановка проблемы исследования» приводится литературный обзор, охватывающий как становление проблемы загрязнения микропластиком водной среды, так и современное состояние исследований. По литературным данным изучаются распространенные методы и методики изучения микропластика в водной среде, в особенности много внимания уделяется пробоотбору, который является наиболее спорным моментом. Автор дает пояснения терминологии и подробно описывает микропластик как объект исследования со всеми его характеристиками и типологией.

Автором проработан большой массив литературных источников, что позволило оценить и выбрать достоверный метод отбора, обработки и интерпретации полученных результатов.

**Глава 2 «Общая характеристика исследуемого района»** посвящена физико-географическому описанию Нижнего Дона, Цимлянского водохранилища, Нижней Волги и Северного Каспия. Автор кратко рассматривает географию, геологию, рельеф и ландшафт местности, климатические условия, гидрологию, гидрохимию и гидрографическую сеть каждого объекта отдельно. В этой главе автор дает характеристику объектов исследования, что характеризует обширную географию проводимых работ.

**В главе 3 «Материалы и методы исследования»** последовательно описываются все этапы осуществления автором научной работы. В первую очередь приводятся методы отбора проб воды на содержание микропластика, среди которых автором для проведения своих исследований были выбраны пробоотбор батометром и нейстонной сетью, которой было концентрировано от 200 л воды до 1,5 м<sup>3</sup> в зависимости от объекта. Лабораторная обработка проб осуществлялась по методу NOAA, в ходе которой частицы микропластика отделялись от компонентов пробы естественного происхождения, а также подсчет количества частиц и описания их морфологических и морфометрических свойств с использованием оптического микроскопа. Важный этап работ – идентификация частиц, проводилась ИК-Фурье спектроскопией и Рамановской спектроскопией, оба способа изначально дублировались на типовых образцах из выборки, а затем дополняли друг друга, благодаря чему удалось изучить обширный перечень полимеров и примесей. Отдельно приводятся исследования морфологии и морфометрии микропластика, а также его деградации с помощью электронной микроскопии. Соискатель Анциферова М. А. подробно описывает проблемные стороны работы и выбранные варианты их разрешения.

**Глава 4 «Результаты. Оценка загрязнения микропластиком водных объектов юга России»** содержит результаты и основные данные, полученные соискателем Анциферовой М.А. в ходе выполнения диссертационного исследования. Приводятся количественные и качественные характеристики микропластика, его типы, индекс опасности РНІ, места наибольших концентраций и закономерности распределения.

В Нижнем Дону средний уровень концентраций МП составил: в 2021 году 36 шт/л, 2022 – 21 шт/л, 2023 г. – 94 шт/м<sup>3</sup>, в Северском Донце – 38 шт/л. В Цимлянском вдхр. среднее количество микропластика в 2021 году

составило 33 шт/л, в 2022 г. 10 шт/л, в 2023 – 12 шт/м<sup>3</sup>. В Нижней Волге уровень загрязнения достиг 16 шт/л в 2022 году и 81 шт/м<sup>3</sup> в 2023 году. В Северном Каспии концентрации составили 13 шт/м<sup>3</sup>. При любом методе отбора наблюдаются одинаковые закономерности в пространственном распределении МП, независимо от используемой методики. Наибольшие концентрации зафиксированы в следующих местах: бьефы гидроузлов (Цимлянский, Константиновский, Апаринский), крупные населенные пункты (Волгоград, Астрахань), места впадения рек-притоков (Кундрючья, Маныч, Аксай), устьевые области крупных рек и вблизи побережья (в Цимлянском водохранилище).

Автор отмечает, что основным источником поступления микропластика в природные воды являются стоки с урбанизированных территорий и в качестве подтверждения приводит дополнительные исследования микропластика в сточных водах г. Ростов-на-Дону, где было обнаружено 102 шт/м<sup>3</sup> частиц, попадающих в последствии в воды Нижнего Дона.

Обнаруженный в водах микропластик преимущественно представлен волокнами (91-66%) и фрагментами (23-4%) прозрачного цвета, менее – черного, розового, бирюзового/синего, белого. Наиболее распространенный диапазон длины частиц 0,1-1 мм, ширины 10–15 мкм, 20–25 мкм, 30–35 мкм, 50 мкм. Обнаруженные частицы микропластика по составу преимущественно представляют собой: полиэтилен, полиэтилентерфталат, полистирол, полипропилен, полиамид, этиленвинилацетат. Также идентифицированы некоторые токсичные примеси. Общий индекс опасности (РНИ) всех объектов относится ко 2-му классу.

В заключение диссертации приводится 9 основных выводов, соответствующим поставленным задачам и защищаемым положениям.

Автореферат диссертации достаточно полно отражает содержание диссертации.

### *Замечания и комментарии*

1. В диссертации приводится тезис «80% морского мусора приносится речным стоком (Meijer L. J. et al., 2021)», который некорректен в контексте микропластика. Указанное значение относится к общему пластиковому загрязнению, включая макропластик (бутылки, пакеты, упаковку), а не исключительно к микропластиковым частицам. Таким образом, использование этой цифры без уточнения вводит в заблуждение относительно масштабов и источников микропластика.

3. Автор утверждает, что содержание микропластика в пресноводных объектах мало изучено, однако, в последние годы активно развиваются исследования в реках, озёрах и сточных водах, особенно в Европе, Китае и США.

4. Изучение сточных вод г. Ростов-на-Дону, как основного источника поступления микропластика требует более расширенного описания и уточнений: «основной» — в каком масштабе? Для региона, города, бассейна реки? Без количественной оценки или сравнительного анализа с другими источниками (например, атмосферное осаждение, сельское хозяйство, судоходство) это утверждение выглядит неконкретными.

5. В диссертации мало внимания уделяется статистической обработке результатов, в частности в разделе, посвященном материалам и методам поверхностно описана окончательная интерпретация данных.

6. В тексте присутствуют опечатки и ошибки, некоторые изображения неразборчивы и сложны для восприятия, в частности это касается изображений со спектральными графиками.

#### *Общее заключение*

Представленные замечания носят исключительно рекомендательный характер и не влияют на глубокую содержательность работы, ее существенный вклад в развитие изученности проблемы загрязнения микропластиком вод суши. Важными результатами являются определение количественного содержания частиц микропластика в водах Нижнего Дона, Цимлянского вдхр., Нижней Волги и Северном Каспии, и его различных характеристик (размер, форма, цвет, состав). Значимы выводы о пространственном распределении частиц и источниках их поступления, которые впоследствии могут помочь в выборе и принятии мер по урегулированию проблемы.

Отдельно стоит отметить, что данная работа является первой оценкой загрязнения микропластиком водных систем юга европейской части России (включая сточные воды), по комплексу параметров. Кроме того, автор рассматривает и предлагает пути для изучения ряда нерешенных вопросов в данной проблематике, таких как методы пробоотбора и определения природных вод на содержание микропластика, а также критерии оценки его вреда для экосистем.

В качестве пожелания, - в будущих исследованиях автора хотелось бы увидеть оценку содержания МП в биоте водных объектов, т.к. в


определенных концентрациях частицы полимеров имеют крайне негативное влияние на живые организмы водных экосистем.

Диссертация Анциферовой Марины Артуровны на тему «Оценка загрязнения микропластиком Нижнего Дона, Цимлянского водохранилища, Нижней Волги и Северного Каспия» соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней в ЮФУ», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Анциферова Марина Артуровна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.21. Геоэкология (географические науки).

**Официальный оппонент:**

**Жукова Светлана Витальевна**, кандидат географических наук (по специальности 11.00.11 – «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов»), доцент Азово-Черноморского филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» («АзНИИРХ»), заведующий лабораторией гидрологии  
Адрес организации: 344002, г. Ростов-на-Дону, ул. Береговая, 21 в.  
Рабочий e-mail: [zhukovasv@azniirkh.vniro.ru](mailto:zhukovasv@azniirkh.vniro.ru), телефон: тел. +7 (863) 207 50 60;

«10» сентября 2025 г.

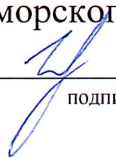
 / С. В. Жукова /  
подпись

Подпись Жуковой С.В. заверяю:

Ученый секретарь Азово-Черноморского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ») Щербакова Н.И.

«10» сентября 2025 г.



  
подпись