

ВКЛАД ЧЛЕНА-КОРРЕСПОНДЕНТА РАН ДМИТРИЯ ГЕННАДЬЕВИЧА МАТИШОВА В ИЗУЧЕНИЕ МИРОВОГО ОКЕАНА

Г.Г. Матишов, О.В. Степаньян

*Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону
matishov_ssc-ras@ssc-ras.ru, step@ssc-ras.ru*

Член-корреспондент РАН Дмитрий Геннадьевич Матишов прожил короткую, но яркую жизнь. Д.Г. Матишов родился в академической семье в 1966 г. в Ростове-на-Дону, но большую часть жизни прожил в Мурманске. Затем снова Ростов, организация Азовского филиала ММБИ КНЦ РАН, чуть позже – Южного научного центра РАН и Института аридных зон ЮНЦ РАН, директором которого он был 7 лет. Одновременно Д.Г. Матишовым была создана кафедра океанологии в Ростовском государственном университете (ныне Южный федеральный университет), на тот момент это была третья кафедра океанологии в России после МГУ и СПбГУ. Одновременно Д.Г. Матишов продолжил руководить Отделом гидрохимии и радиоэкологии ММБИ КНЦ РАН.

Научные заслуги и достижения Дмитрия Геннадьевича признаны на государственном уровне. Д.Г. Матишов входил в первый Федеральный резерв управленческих кадров Президента РФ, многие выходцы из которого составили основу вновь сформированного Правительства РФ в 2020 г. За разработку нового научного направления Д.Г. Матишов был награжден золотой медалью Президиума РАН. В 2006 г. за особый вклад и заслуги в области науки он был отмечен медалью ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени.

Член-корреспондент РАН Дмитрий Геннадьевич Матишов известен как основатель нового научного направления – радиационной экологической океанологии. Это направление появилось более 20 лет назад, когда нужно было заявить о роли СССР и ряда западных стран в радиоактивное загрязнение Северной Атлантики, представить объективную картину влияния радиоактивного загрязнения после трагических аварий советских и российских атомных субмарин («Комсомолец», «Курск»). Вся жизнь Д.Г. Матишова была посвящена служению географической науке и ее «царице» – океанологии.

Д.Г. Матишов смог сплотить коллектив ученых Мурманского морского биологического института КНЦ РАН, Южного научного центра РАН и ряда других научных организаций, увлеченно подключившись к разработке новой тематики. Ему удалось воспитать целую плеяду учеников, многие из которых защитили диссертации, и создать собственную научную школу, которая успешно работает и в настоящее время.

Радиационная экологическая океанология – это современное научное направление в океанологии, вобравшее все лучшее от таких наук, как океанография, радиационная биология, экология, морская биология, гидробиология, геоэкология. Хотелось бы кратко осветить историю появления этого научного направления и показать основные достижения, которые были достигнуты за последние годы.

Интерес к океанологии, радиоэкологии, работе в море у Д.Г. Матишова появился очень рано, еще во время учебы в Ленинградском государственном университете, во время стажировок в ведущих океанологических лабораториях Европы: в Польше, Германии, Нидерландах. Именно в этот период Д.Г. Матишов познакомился с выдающимися западными учеными, проводившими радиологические исследования различных регионов Мирового океана, в том числе арктического. В 1994 г. в Санкт-Петербургском государственном университете Дмитрий Геннадьевич защитил кандидатскую диссертацию «Радионуклиды и биоокеанологические явления в экосистеме Баренцева моря», где обозначил основные тезисы нового научного направления. Однако ему потребовалось еще несколько лет, чтобы лично собрать в морских экспедициях материал, обобщить разрозненные данные, чтобы после этого контуры нового научного направления стали вполне осязаемы. Тема радиоэкологии, а тем более в ее морской части, в СССР носила гриф «совершенно секретно», т.к. затрагивала военные разработки ядерного оружия, в том числе ядерные испытания в Баренцевом и Карском морях, на полигонах Новой Земли. Определенная (но все еще дозированная) открытость для ученых по этой тематике появилась только во времена перестройки и после трагической Чернобыльской катастрофы в апреле 1986 г. Отметим, что катастрофа в Чернобыле породила массу слухов, дезинформации как среди населения, так и в научном мире по поводу уровней загрязнения окружающей среды, действием радионуклидов на человека и природную среду. Один из авторов этой статьи, академик Г.Г. Матишов, и Д.Г. Матишов были в числе первых, кто стал предавать гласности и вводить в научный оборот новые данные по уровню загрязнения северных и южных морей России, что позволило в определенной степени снизить обеспокоенность мировой общественности этим вопросом и уменьшить международный «нажим» на руководство страны в 1990-х – начале 2000-х гг. [1–8].

Первые работы были направлены на определение уровней загрязнения цезием и стронцием морской воды и донных отложений в различных районах Баренцева, Карского и Северного морей. Было выявлено, что наибольшие концентрации радионуклидов приурочены к местам испытаний атомного оружия, базам атомного военного флота, а также к западной границе Баренцева моря [1–8]. Другой вектор исследования был связан с определением радиоактивных элементов в биоте, и если ранее российские и зарубежные исследователи основное внимание уделяли только высшим звеньям арктической экосистемы (рыбы, птицы, морские млекопитающие), то группа под руководством Д.Г. Матишова первой обратила внимание на особенности накопления радиоэлементов в первичном и вторичном звене морской экосистемы (бентос, планктон, мелкие промысловые рыбы). Конечно, указанные исследования увязывались с исследованием уровней загрязнения и в высших звеньях экосистемы [1–11]. Именно такой подход позволил снять большинство вопросов, связанных с переносом и накоплением радиоактивных элементов по арктическим пищевым цепям, ранее казавшихся неясными и туманными. Опыт, полученный на Севере, был успешно применен на южных морях России, в фокус исследований попало Азовское море, во многом сходное с Кольским заливом (похожая организация эстуарной экосистемы) [12–14], но обойденное вниманием специалистов со времен Чернобыльской катастрофы. В конце 1980-х – начале 1990-х гг. основные радиоэкологические исследования проводились в северо-западной части Черного моря, которая является своеобразным эстуарием крупнейших рек Европы – Днепра и Дуная [15].

ПАМЯТИ ЧЛЕНА-КОРРЕСПОНДЕНТА РАН Д.Г. МАТИШОВА



Высадка экспедиции ММБИ КНЦ РАН на Новую Землю (конец 1980-х гг.)



Во время студенческой практики. Подготовка к отбору проб воды опрокидывающимися батометрами (Баренцево море, конец 1980-х гг.).
Д.Г. Матишов второй справа



Подготовка к экспедиции в норвежском фьорде



На Новой Земле с Г.Г. Матишовым и норвежским коллегой Сальве Дале
(середина 1990-х гг.)



Перед совещанием в штабе Северного флота



Отбор камчатского краба для радиоэкологических исследований
(Баренцево море, начало 2000-х гг.)

Указанные работы в северных и южных морях позволили сформировать обширную базу данных по содержанию ^{137}Cs и ^{90}Sr в морской среде и биоте [16]. «Скучные» цифровые данные базы были визуализированы с помощью ГИС-методов и атласных технологий, построены многочисленные карты и математические модели, позволяющие понять пространственное распределение радиоэлементов в морской среде и биоте [17].

Использование инновационных для начала XXI в. технологий пробоотбора, лабораторной обработки проб, измерение радиоактивности, накопление в базах данных и визуализация полученного материала позволили Д.Г. Матишову и его коллективу выявить ранее не отмечавшиеся явления и закономерности в миграции радионуклидов по пищевым цепям, в системе вода – донные отложения, вода – лед [16]. Д.Г. Матишовым с коллегами были разработаны нетривиальные математические модели для оценки потоков искусственных радионуклидов в экосистеме Азовского моря [17].

Итогом этой кропотливой многолетней работы стало издание двух монографий для российского и зарубежного читателя [16, 18]. За монографию «Радиационная экологическая океанология» в 2002 г. Д.Г. Матишов был награжден золотой медалью Президиума РАН. Англоязычная монография “Radioecology in Northern European Seas” вышла в 2003 г. в ведущем научном издательстве мира “Springer” и стала признанием приоритета российских ученых в данной области науки.

Крупное научное обобщение и разработка нового научного направления позволили Д.Г. Матишову в 2001 г. успешно защитить диссертацию на соискание ученой степени доктора географических наук «Антропогенные радионуклиды в морских экосистемах» по специальности «геоэкология» в Институте озераедения РАН и уже через два года быть избранным в состав Российской академии наук, став при этом одним из самых молодых членов-корреспондентов в истории Академии наук (по Отделению наук о Земле).

Работы Д.Г. Матишова, его публикации в ведущих российских и зарубежных изданиях, участие с докладами на многочисленных симпозиумах и конгрессах по радиоэкологии и океанологии вызвали заметный интерес зарубежных коллег. Выход упомянутых монографий навсегда закрепил приоритет российских ученых в этой области мировой науки.

Концепция, разработанная Д.Г. Матишовым, продолжает совершенствоваться. Например, недавно был проведен сравнительный анализ многолетней динамики содержания и спектра техногенных радионуклидов в донных отложениях арктического шельфа [19]. По архивным и современным данным оценено радиоактивное загрязнение губ и заливов арктических морей, показан низкий современный уровень удельной активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в поверхностном слое донных отложений. Максимальное накопление изотопов наблюдалось в глубоководных частях желобов, где в составе осадков преобладает глинистая фракция. Выявлено, что в 2012–2018 гг. радиоактивность осадков побережья была выше, чем в открытых районах Баренцева моря, где региональные отличия не существенны. Наиболее загрязнены расположенные близко к источникам загрязнения заливы Кольский (губа Пала, район ФГУП «Атомфлот») и Мотовский (губы Западная Лица, Андреева) в Баренцевом море и Енисейский залив в Карском море. В губах южной части Баренцева моря ^{137}Cs содержится в концентрации 1,5–3,0 Бк/кг; ^{90}Sr – 0,6–1,9 Бк/кг. В ледовитых фьордах Шпицбергена, где наблюдается разгрузка талых ледниковых вод и сход айсбергов, концентрация ^{137}Cs возрастает до 3,0–6,5 Бк/кг, а ^{90}Sr – 2,6–3,0 Бк/кг. Доказано, что перенос атмосферных радионуклидов, накопленных многолетним морским льдом в «ядерную» эпоху, может являться вторичным источником загрязнения моря. Определено, что значительное снижение уровня радиационной загрязненности донных отложений

в Баренцево-Карском регионе в XXI веке и сглаживание пространственных градиентов концентрации техногенных радионуклидов не снимает вопросов современных исследований об изменениях факторов загрязнения и способствует возрастающему интересу к освоению арктических экосистем.

Показано, что основу спектра техногенных радионуклидов в водах арктических морей составляют изотопы ^{137}Cs и ^{90}Sr [20]. Охарактеризованы особенности формирования фона этих радионуклидов в Баренцево-Карском морском регионе. По данным исследований 2017–2018 гг. выявлено, что в свободных от инфраструктуры атомного флота губах Мурманского побережья (Ивановская, Териберская, Зеленецкая, Ярнышная, Порчниха) и Кольского залива (губы Тоня, Белокаменная, районы мысов Ретинский, Мишуково, Абрам) концентрации ^{137}Cs соответствовали уровню загрязненности вод прибрежного течения Баренцева моря и варьировали от 1,3 до 2,5 Бк/м³. В восточной части Баренцева моря – в районе Центральной впадины, Западно-Новоземельского, Гусиног, Новоземельского желобов, Северо-Восточного плато содержание ^{137}Cs в воде не превышало 1–2 Бк/м³. Концентрация ^{90}Sr в водах Баренцева моря составляла 0,4–3,7 Бк/м³. В Карском море наиболее загрязнены ^{137}Cs и ^{90}Sr поверхностные воды прибрежной зоны южной и юго-западной частей по сравнению с северной частью. Выявлено, что для современного периода характерен низкий уровень загрязнения воды, рыб, водорослей-макрофитов и донных беспозвоночных Баренцева моря. Наблюдается стабильное уменьшение концентраций техногенных изотопов ^{137}Cs и ^{90}Sr по сравнению с периодом максимального загрязнения в 1960–1970-е гг. до минимально возможных в ядерную эпоху [20].

В 2017 г. одному из авторов статьи удалось сделать то, о чем мечтал Д.Г. Матишов, – провести радиоэкологические исследования в районе Северного полюса [21–22]. Было выявлено, что современная радиационная обстановка в Центральном Полярном бассейне и российских морях Северного Ледовитого океана, оцененная по данным 2013–2017 гг., характеризуется как благополучная и отражает общее снижение влияния приоритетных ранее источников [23]. Выявлены статистически значимые различия средней объемной активности ^{137}Cs в поверхностном слое вод. Отмечена тенденция уменьшения загрязненности морской среды в направлении с запада на восток. Максимальные концентрации ^{137}Cs характерны для Баренцева моря, в бассейне которого в XX в. разгружались трансграничные поступления западноевропейских радиохимических предприятий, проводили надводные и подводные ядерные взрывы, сбросы и захоронения ядерных отходов. Повышенный уровень загрязнения ^{137}Cs Карского моря сформировался преимущественно в результате поступления с речным стоком радиоактивных отходов с заводов Сибири [23]. Меньше всего загрязнены воды морей Лаптевых, Восточно-Сибирского, наиболее удаленных от европейских источников техногенных радионуклидов [23].

В ММБИ РАН продолжают работы по радиоэкологическим исследованиям птиц Баренцева и Азовского морей. Например, в 2019 году были выявлены различия в накоплении радиоактивного цезия в баренцевоморских птицах разных видов в зависимости от их экологии [24]. Наибольшие концентрации ^{137}Cs (10,5–17,3 Бк/кг сырой массы) обнаружены в печени чаек, за исключением бургомистров. Содержание радиоцезия в птицах других видов было невысоким: 3,0–5,3 Бк/кг сырой массы. Сопоставление данных по аккумуляции инкорпорированного в печени птиц ^{137}Cs с результатами изучения содержимого их желудков показало, что концентрация ^{137}Cs была низкой у птиц, питающихся в море, в отличие от тех, кто кормится на суше [24]. Для птиц Азовского моря было выявлено, что уровни удельной активности радиоактивных элементов ^{137}Cs и ^{90}Sr в костях и мышцах хохотуньи *Larus cachinnans* и большого баклана *Phalacrocorax carbo sinensis* были низкими и не отли-

чались от ранее измеренных показателей, что свидетельствует о незначительном радиоактивном загрязнении местообитаний и кормовых объектов рыбацких птиц Восточного Приазовья [25].

Члена-корреспондента РАН Д.Г. Матишова уже пять лет нет с нами. Но остались ученики, научное направление и его научная школа. Работы, не прекращаясь ни днем ни ночью, осуществляются как на севере, так и на юге нашей страны. Его идеи реализовываются в ходе выполнения ГЗ ММБИ РАН и ЮНЦ РАН, в проектах РФФИ № 19-05-50099 Микромир и № 18-05-60249 Арктика.

Продолжение работ по радиационной экологической океанологии – это наша дань памяти выдающемуся ученому, чье видение проблем науки во многом опередило свое время.

Авторы благодарны всему большому коллективу ученых, работавших с членом-корреспондентом РАН Д.Г. Матишовым.

Исследование проведено в рамках государственного задания ЮНЦ РАН № АААА-А18-118122790121-5, проектов РФФИ № 19-05-50099 Микромир и № 18-05-60249 Арктика.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Smith J., Ellis K., Matishov G., Matishov D., Ivanov G., Polyak L., Dahle S., Naes K.* Radioactivity levels in Barents Sea Sediments of Novaya Zemlya // Intern. Conf. on Environmental Radioactivity in the Arctic and Antarctic. Kirkenes, 1993. P. 37–43.
2. *Matishov D.* Radionuclides in the bottom sediments and biota of the shelf and of Barents Sea coasts // Proceedings of the International Conference on Environmental Radioactivity. Kirkenes, 1993. P. 40–53.
3. *Matishov D., Szczyra E.* Gamma emitters in the Barents Sea area // XX Polar Symposium. Lublin, 1993. P. 211–228.
4. *Matishov D., Rissanen K., Ikäheimonen T.* Pu in fish, algae and sediments in the Barents, Petchora and Kara Seas // Environmental Radioactivity in the Arctic / ed. P. Strand, A. Cooki. Osteras, 1995. P. 227–232.
5. *Matishov G., Matishov D., Rissanen K.* Peculiarities of radionuclide accumulation in benthic and fish of Barents and Kara Seas // Materials of Intern. Conf. on Environmental Radioactivity in the Arctic. Oslo, 1995.
6. *Matishov G., Matishov D., Namjatov A.* Risk assessment from Real and Potential Sources of Radioactivity Contamination in the Kola Bay of the Barents Sea // Conference “Bordomer” – Coastal Environment Management and Conservation (Bordeaux, France, 27–28 October 1997). (2). P. 92–101.
7. *Matishov G.G., Matishov D.G., Namjatov A.A., Carroll J., Dahle S.* Discharges of nuclear waste into the Kola Bay and its impact on human radiological doses // Journal of Environmental Radioactivity. 2000. 48. P. 5–21.
8. *Matishov G.G., Matishov D.G., Namjatov A.A., Smith J., Carroll J., Dahle S.* Radioactivity near the Sunken Submarine “Kursk” in the Southern Barents Sea // Environmental science & technology. 2002. 36 (9). P. 1919–1922.
9. *Матишов Д.Г., Матишов Г.Г., Риссанен К.* Радиоактивное загрязнение Кольского залива Баренцева моря // Доклады Академии наук. 1996. 351 (4). С 571–573.
10. *Матишов Д.Г., Матишов Г.Г.* Новые данные о радиоактивном загрязнении Черной губы (Новая Земля) // Доклады Академии наук. 2002. 383(5). С. 14–16.

11. Матишов Д.Г., Усягина И.С., Касаткина Н.Е., Павельская Е.В. Особенности накопления искусственных радионуклидов в элементах прибрежных экосистем Кольского полуострова // Доклады Академии наук. 2007. 413(5). С. 683–686.
12. Матишов Д.Г., Матишов Г.Г. Антропогенные радионуклиды в донных отложениях Азовского моря // Доклады Академии наук. 1998. 363 (5). С. 673–677.
13. Матишов Д.Г., Матишов Г.Г., Лебедева Н.В. Содержание искусственных радионуклидов в птицах Баренцева и Азовского морей // Доклады Академии наук. 2003. 389 (3). С. 424–426.
14. Матишов Д.Г., Матишов Г.Г., Касаткина Н.Е., Усягина И.С. Динамика радиоактивного загрязнения донных отложений Баренцева, Белого и Азовского морей // Доклады Академии наук. 2004. 396 (3). С. 394–396.
15. Поликарпов Г.Г., Егоров В.Н. Морская динамическая радиохемоэкология. М.: Энергоатомиздат, 1986.
16. Матишов Д.Г., Матишов Г.Г. Радиационная экологическая океанология. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2001.
17. Матишов Д.Г., Бердников С.В., Касаткина Н.Е. Опыт применения математических моделей для оценки потоков искусственных радионуклидов в экосистеме Азовского моря // Современные информационные и биологические технологии в освоении ресурсов шельфовых морей. М.: Наука, 2005. С. 184–197.
18. Matishov D.G., Matishov G.G. Radioecology in Northern European Seas. Springer, 2004.
19. Матишов Г.Г., Ильин Г.В., Усягина И.С., Кириллова Е.Э. Динамика искусственных радионуклидов в экосистемах морей Северного Ледовитого океана на рубеже XX–XXI веков. Ч. 2. Донные отложения // Наука Юга России. 2019. 15 (4). С. 24–25.
20. Матишов Г.Г., Ильин Г.В., Усягина И.С., Кириллова Е.Э. Динамика искусственных радионуклидов в экосистемах морей Северного Ледовитого океана на рубеже XX–XXI веков. Ч. 1. Морская вода и биота // Наука Юга России. 2019. 15 (3). С. 12–23.
21. Матишов Г.Г. К Северному полюсу на атомном ледоколе «50 лет Победы» // Природа. 2018. № 11. С. 54–59.
22. Матишов Г.Г., Клещев А.В., Кириллова Е.Э. Результаты экспедиции на Северный полюс на ледоколе «50 лет Победы» // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2019. № 5. С. 131–140.
23. Матишов Г.Г., Касаткина Н.Е., Усягина И.С. Техногенная радиоактивность вод Центрального Полярного бассейна и смежных акваторий Арктики // Доклады Академии наук. 2019. 485(1). С. 93–98.
24. Усягина И.С., Куклин В.В., Куклина М.М. Содержание искусственных радионуклидов в птицах Баренцева моря и их влияние на организм // Наука Юга России. 2019. № 15 (2). С. 59–69.
25. Куклин В.В., Куклина М.М., Усягина И.С., Матишов Д.Г. Особенности физиолого-биохимического ответа рыбоядных птиц на паразитарное заражение и загрязнение местобитаний в Восточном Приазовье // Наука Юга России. 2016. № 12 (1). С. 51–60.