

Международный Союз Радиэкологии
Департамент гражданской защиты населения
Ханты-Мансийского автономного округа – Югры
Институт экологии растений и животных УрО РАН
Уральский научно-исследовательский ветеринарный институт
Российская экологическая Академия

ПРОБЛЕМЫ РАДИОЭКОЛОГИИ И ПОГРАНИЧНЫХ ДИСЦИПЛИН

Выпуск 14

г. Ханты-Мансийск
2010 г.

УДК 574.2.043
ББК 28.080.1
П 781

Под редакцией:
к.б.н. В.И. Мигунова,
д.б.н. А.В. Трапезникова

Рецензенты:
член-корреспондент РАСХН
доктор биологических наук, профессор **И.М. Донник,**
доктор физико-математических наук, профессор
П.В. Волобуев.

П781 Проблемы радиоэкологии и пограничных дисциплин:
Сборник научных трудов. Выпуск 14. – Ханты-Мансийск:
ООО «Типография «Печатное дело», 2010. – 434 с.

ISBN 978-5-4286-0022-3

УДК 574.2.043
ББК 28.080.1

*Издание подготовлено при финансовой поддержке
Правительства Ханты-Мансийского автономного округа-Югры*

ISBN 978-5-4286-0022-3

© Коллектив авторов, 2010
© ООО «Технополис», 2010

НАУЧНЫЕ КОРНИ РАДИОЭКОЛОГИИ, ЭКЗОБИОЛОГИИ И ЭКОЭТИКИ – В УЧЕНИИ АКАДЕМИКА В.И. ВЕРНАДСКОГО О БИОСФЕРЕ И НООСФЕРЕ

Г.Г. Поликарпов

Отдел радиационной и химической биологии ИнБЮМ НАН Украины, Севастополь 99011, <g.polikarpov@ibss.org.ua>

Резюме. Академик В.И. Вернадский заложил основы радиэкологии, экзобиологии и экоэтики, создав радиогеологию и биогеохимию радиоэлементов, представление о живом веществе и учение о биосфере и ноосфере.

Многогранное и обширное научное наследие академика В.И. Вернадского, гения в области естествознания, послужило основой для создания многих современных научных областей, в том числе радиэкологии, экзобиологии и экоэтики (Поликарпов, 2010; Polikarpov, 2008). После открытия в 1896 г. А. Беккерелем явления естественной радиоактивности (Adloff, 1997) последовали не только медицинские и физиологические работы по биологическому действию ионизирующих излучений радия и других природных радиоэлементов, но и биогеохимические исследования нахождения, распределения и миграции этих радиоэлементов в природе – на суше, в морях и океанах (Поликарпов, 1999, 2005).

В С.-Петербурге, Москве, Киеве и Симферополе В.И. Вернадский был первым из ученых, кто находился и активно действовал у самых истоков ядерных наук. Именно благодаря, прежде всего, В.И. Вернадскому, в связи с его научными контактами и его прямым сотрудничеством в Париже с Пьером и Марией Кюри, Россия и Украина оперативно включились в разработку, начатую учеными Франции, проблем радиоактивности, охватывающих также исследования радиоактивности окружающей природной среды (Polikarpov, 1997). Отечественной науке необычайно повезло в том отношении, что молодой, 25-летний, разносторонне одаренный естествоиспытатель В.И. Вернадский, хранитель Минералогического кабинета С.-Петербургского университета, весьма продуктивно осуществил в 1888-1890 гг. продолжительную научную командировку-

экспедицию в Германию, Швейцарию, Францию и Англию. Во время этой миссии и своих исследований в Англии (в 1889 г.) молодой ученый был удостоен избрания его членом-корреспондентом Британской ассоциации наук. Широко известно, что впоследствии он был избран академиком Российской, Украинской, Французской и других Академий наук. В 1916-1923 гг. [курсив наш – Г.П.] «... я ни одного дня не терял, охваченной этой идеей» [«... выразить в единой формуле биогеохимическую энергию роста и размножения организмов, общую для всех организмов, и связать ее с их заселением планеты» (Вернадский, 1965, с. 292)] *в моих поездках из тогдашнего Петрограда в Полтаву, Киев, Ростов-на-Дону, Новочеркасск (тогдашний Екатеринодар), Ялту, Севастополь, Симферополь, Москву, Брно, Париж»* (Вернадский, 1965, с. 293).

Идеи В.И. Вернадского, как всегда, остаются весьма перспективными, животрепещущими и стимулирующими поиски в науке. Более полувека (1956-2011 гг.) его идеи, развитые Н.В. Тимофеевым-Ресовским в виде радиационной биогеоценологии и программной работы «Биосфера и человечество» (Тимофеев-Ресовский, 1957, 1968, 2009), по-прежнему разрабатываются и служат научным ориентиром в исследованиях отдела радиационной и химической биологии ИнБЮМ НАНУ.

Ниже приводятся и обсуждаются некоторые из его основополагающих идей. Представленные здесь материалы не только отражают содержание подготовленного нами в 2010 году комментария в формируемой Национальной Академией наук Украины том «Жива речовина» В.И. Вернадского на украинском языке к его предстоящему 150-летию юбилею, но и включают в себя новые данные и новые литературные ссылки. Среди новейших – выдающееся современное научно-публицистическое произведение Ф.Х. Шахинова и Р.Г. Ильязова «Биогеоэкология – Алгоритмы модернизации» (2010).

Фундамент для радиозоологии

Своими пионерскими работами (Вернадский, 1910, 1921, 1932, 1933, 1940) в области созданных им морской радиозоологии и морской биогеохимии радиоэлементов, изучающих естественные радиоэлементы и их биогенную миграцию, В.И. Вернадский сфор-

мировал научный фундамент для радиоэкологии (Кузин, Передельский, 1956) и ее научного ядра - радиационной биогеоценологии (Тимофеев-Ресовский, 1957, 2009). А на примере изучения радия и двух видов ряски в Киевских прудах им введена в науку мера накопительной (в отношении радиоэлемента) способности гидробионтов, выраженная соотношением концентраций радиоэлемента в водном организме и окружающей его водной среде (Вернадский, 1929, 1930). Это соотношение впоследствии нашло широчайшее применение в радиационной гидробиологии, пресноводной и морской радиоэкологии, получив в работах Н.В. Тимофеева-Ресовского и его научной школы название *коэффициента накопления* радионуклидов, а также их изотопных и неизотопных носителей (Тимофеев-Ресовский, 1957, 2009; Тимофеева-Ресовская, Попова, Поликарпов, 1958; Трапезников А.В., Молчанова И.В., Караваева Е.Н., Трапезникова В.Н., 2007; Поликарпов, 1964; Polikarpov, 1966).

На Урале в лаборатории Н.В. Тимофеева-Ресовского с 1947 г. использовался термин «радиационная биогеоценология», предложенный им еще ранее – в его работах 1941 и 1942 гг. в Берлин-Бухе (Тимофеев-Ресовский, 2009). В обширной американской сводке - книге “Radioactivity and Health: A History” (Stannard, 1988) сообщается: «1950 год – начинает употребляться термин «радиоэкология»» (с. 751), а также: «Термин радиоэкология или радиационная экология вошел в употребление независимо и одновременно в Соединенных Штатах и в Советском Союзе (Whicker and Schultz 1982, Vol. I)» (Stannard, 1988, p. 790).

Как известно, В.И. Вернадский ввел понятие «концентрационных функций» живого вещества: «Концентрационной функцией живого вещества я называю те процессы живого организма, которые сводятся к избирательному выбору организмом из окружающей среды определенных химических элементов. Концентрационными функциями первого рода я называю захват живым веществом тех химических элементов, соединения которых встречаются в теле всех без исключения живых организмов. Концентрационные функции второго рода характеризуют некоторые определенные группы живых веществ, а в других могут совсем не находиться. Концентрация организмами – выбор из окружающей среды процессами жизни – определенных элементов, составляющих тело и ткани жи-

вотных и растений, бросается в глаза и есть наиболее яркое проявление вещественного характера в явлениях жизни. Она создает совокупность живых организмов, т.е. живое вещество» (Вернадский, 1965, с. 247)». В.И. Вернадский (1965, с. 273) говорит также о биогенной миграции 3-го рода, вызываемой человеческим разумом и трудом, резко отделяющим *Homo sapiens* от всего живого вещества. Разумеется, этими функциями вместе охватываются, наряду с химическими элементами, их изотопы, нуклиды, включая радиоизотопы и радионуклиды, а также радиоэлементы. Так выявляется роль живого вещества в миграции и распределении радиоэлементов в биосфере, происходит изменение живым веществом физико-химической формы и состояния радионуклидов в природных средах.

Нельзя не отметить здесь труднейшую проблему, поставленную В.И. Вернадским на дальнейшую перспективу, а именно: «В радиогеологических и биогеохимических процессах, связанных с живым веществом, мы ясно видим, что живое вещество может выбирать из них определенные изотопы, т.е. различать атомы разного строения и веса в одном и том же химическом элементе. Мы выходим здесь из мира химических явлений и переходим в мир атомов – радиогеологических и радиохимических явлений» (Вернадский, 1965, с. 318).

Мой учитель - последователь В.И. Вернадского - Н.В. Тимофеев-Ресовский весьма точно и емко назвал все громадное научное наследие В.И. Вернадского *вернадскологией*.

В отделе радиационной и химической биологии Института биологии южных морей им. А.О. Ковалевского Национальной академии наук Украины изначально, с 1956 г. (в то время это была Севастопольская биологическая станция им. А.О. Ковалевского Академии наук СССР), на самом высоком почетном месте всегда находится портрет академика В.И. Вернадского, а под ним - портреты его современников, сторонников и последователей – моих учителей: профессоров В.С. Елпатьевского (Саратов), Б.Н. Тарусова (Москва), Н.В. Тимофеева-Ресовского и Е.А. Тимофеевой-Ресовской (Урал), И.Н. Верховской (Москва). Продолжая и развивая идеи В.И. Вернадского и его последователя Н.В. Тимофеева-Ресовского, автор этих строк организовал в 1956-57 гг. первую

на Черном море (и одну из первых в мире) лабораторию морской радиобиологии и сформировал в самом начале 1960-х гг. морскую радиозкологию - новую научную дисциплину (Поликарпов, 1960, 1964; Polikarpov, 1966), ставшую приоритетом науки бывшего СССР и его составной части – Украинской ССР. А недавно большой коллектив названного выше отдела, руководимого в настоящее время доктором биологических наук (по специальности «Радиобиология») С.Б. Гулиным, опубликовал крупную монографию «Радиозэкологический отклик Черного моря на чернобыльскую аварию» (Поликарпов и Егоров, ред., 2008). Во всех работах этого отдела красной нитью и последовательно проходят имя и научные идеи академика В.И. Вернадского.

Современную радиозкологию мы рассматриваем как научную дисциплину, изучающую закономерности взаимодействия между живым веществом и радионуклидами (включая их ионизирующие излучения) в условиях биосферы и ноосферы. В этом процессе *живое вещество* (наряду с биокосным и косным веществом) выступает в качестве *объекта*, накапливающего и переносящего (вместе с физическими факторами: гравитацией, течениями и т.п.), а также трансформирующего радионуклиды (при участии и химических факторов). При этом *радионуклиды* выступают в качестве *субъекта*, накапливаемого, переносимого и трансформируемого живым, биокосным и косным веществом, физическими и химическими факторами. С другой стороны, *живое вещество* - одновременно *субъект* действия *ионизирующих излучений радионуклидов*, а *радионуклиды* – *объект*, действующий на *живое вещество ионизирующими излучениями*. Иными словами, происходит непрерывный двусторонний процесс взаимодействия *живого вещества и радионуклидов* (с участием и их ионизирующих излучений).

В связи с этим, по аналогии с радиохимией и радиационной химией, вслед за А. Ааркромом (Aarkrog, Polikarpov, 1996) мы предлагаем различать в *общей радиозэкологии*: (1) собственно *радиозэкологию*, занимающуюся изучением процессов воздействия живого вещества на радионуклиды, т.е. их накоплением, миграцией и трансформацией, и (2) *радиационную экологию*, исследующую действие ионизирующей радиации радионуклидов на живое вещество (Поликарпов, 2005).

В.И. Вернадский прозорливо уделял особое внимание роли «естественной радиоактивной энергии» в жизнедеятельности организмов: «... биологи не учитывают всюду присутствующий источник энергии во всех организмах, для каждого из них характерный по величине продукт, который не принимается биологами во внимание. Это радиоактивная энергия, характерная для каждого организма, как показали работы Биогеохимической лаборатории. ... Дело ближайшего будущего выяснить значение для организмов этой формы энергии. Какое ее проявление? В физиологии животных и растений эта энергия не учитывается и все эксперименты поставлены в такие условия, что она всегда присутствует и, очевидно, проявляется. Как - мы не знаем. Эту поправку нужно вносить во все опыты физиологов» (Вернадский, 1965, с. 233).

Впоследствии были предприняты дорогостоящие попытки учеными разных стран и, в особенности, французскими учеными, по выявлению биологической роли натурального космического фона и, более того, значительно более низких, чем натуральный фон, мощностей доз проникающей радиации в условиях защиты от космических лучей в толще низкорadioактивных горных пород, а также поставлены опыты с уменьшенным содержанием ^{40}K в мышцах. Результаты оказались неопределенными. Поэтому в сводках на эту тему (Поликарпов, 1964, 2008; Polikarpov, 1978, 1998) мы предложили, при описании нашей концептуальной модели хронического действия различных мощностей ионизирующих излучений от наименьших до максимальных в биосфере (рис. 1), назвать *зоной неопределенности* зону действия самых низких мощностей доз, которые значительно ниже естественного фона, а зону этого фона – *зоной радиационного благополучия*.

В отделе радиационной и химической биологии ИнБЮМ НАНУ весомый вклад в детальное изучение зон *физиологической маскировки, экологической маскировки и поражения экосистем* в условиях аварии на ЧАЭС внес большой коллектив ученых, в том числе В.Г. Цыцугина, Г.Е. Лазоренко, Н.Н. Терещенко, Н.Ю. Мирзоева и ряд других (Поликарпов Г.Г. и Егоров В.Н., ред., 2008).

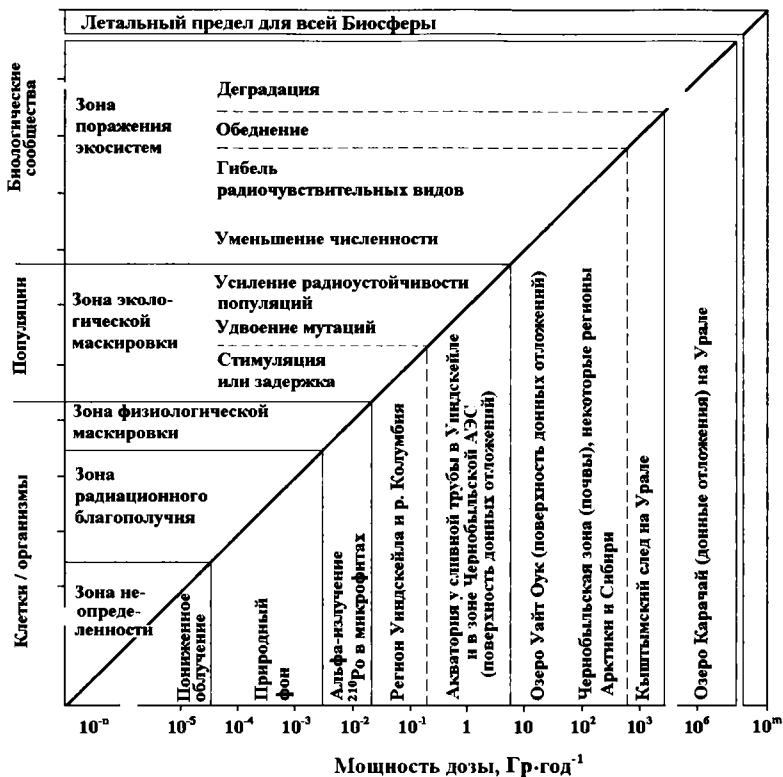


Рис. 1. Зоны мощностей доз ионизирующих излучений и их действие в биосфере (Polikarvov, 1998).

На этом рисунке величина мощности дозы альфа-излучения ^{210}Po оценена с учетом коэффициента качества, равного 20. На Черном море в названном выше отделе ИнБЮМ НАНУ ведутся приоритетные многолетние и всесторонние исследования накопления и миграции ^{210}Po в морских экосистемах, а также дается оценка радиобиологическому действию альфа-излучения этого наибольшего дозообразователя среди всех естественных радиоактивных веществ (Лазоренко, 2008; Lazorenko, Polikarvov, Osvath, 2003).

Таким образом, в развитие идеи В.И. Вернадского о возможном влиянии ионизирующего излучения природной радиоактивности на живые организмы создана на основе достижений современной радиационной экологии концептуальная модель хронического дейст-

вия ионизирующего излучения во всем возможном диапазоне доз, формируемых источниками ионизирующего излучения как природного, так и антропогенного происхождения (Polikarpov, 1998). Она позволяет в различных ситуациях оперативно анализировать материалы по радиационной обстановке и определять или прогнозировать степень радиационной опасности для живых организмов и их сообществ в условиях постоянного (хронического) их облучения. Эта концептуальная модель служит также научно-теоретической базой для дальнейшего развития *эвидозиметрии* ионизирующих излучений и всех других повреждающих факторов физической, химической и биологической природы (Поликарпов и Егоров, ред., 2006; Fuma & Polikarpov, 2010).

Фундамент и перспектива для экзобиологии

Академик В.И. Вернадский обогатил науку разработкой таких важнейших обобщающих идей, как идея о *геологической вечности жизни* на Земле, а также на других планетах и в Космосе, и идея о *всюдности жизни* с учетом *предела жизни в биосфере*. «Весьма возможно, все как будто на это указывает, что в древних каустобиолитах сохраняются способные к возобновлению споры в латентном состоянии в течение миллионов и сотен тысяч лет. Я ставлю эту проблему как таковую; требуется экспериментальная проверка» (Вернадский, 1965, с. 220). *Всюдность жизни* прослеживается во всех природных средах на Земле от любых низких до биологически переносимых высоких температур. Давление жизни, обеспечивающее постоянно предельную заполненность живым веществом всех жидких и твердых сред (и, тем самым, постоянство массы живого вещества на протяжении всей истории Земли) на поверхности и на всех глубинах нашей планеты при всех низких (вплоть до абсолютного нуля) и высоких, но биологически переносимых, температурах и при любом газовом составе сред. «*Стратисфера* – осадочная оболочка – образуется главным образом морскими и океаническими отложениями» (Вернадский, 1965, с. 85). «*Стратисфера* – оболочка осадочных пород – в значительной мере явно биогенного происхождения и находится очень часто, может быть, всегда, в верхней своей части в области подземного, живого вещества (частью в форме латентной жизни), т. е. в биосфере»

(Вернадский, 1965, с. 83). Физическими факторами (высоким давлением, высокой температурой, горячими газами и т.д.) «... неизбежно создается нижняя граница стратисферы. Стратисфера переходит в метаморфическую оболочку» (Вернадский, 1965, с. 84). Уже на небольшой относительно глубине [«Средний термический градиент – 1° на 30 м ...» (Вернадский, 1965, с. 94)] температура приближается к 100°C, при которой живые вещества неизбежно отсутствуют (Вернадский, 1965, с. 84). По-видимому, *предел жизни в биосфере*, в ее глубинах кладет высокая температура и переход воды в горячие пары (Вернадский, 1965, с. 79). В.И. Вернадский вводит понятия *кислородной поверхности* окислительной биосферы и *нижней границы биосферы вообще*, т.е. включая восстановительную биосферу. «Удобно называть нижнюю границу свободного кислорода – O₂ – *кислородной поверхностью* /2/. Ниже ее резко меняется живое вещество» (Вернадский, 1965, с. 76). «Неизбежно существует *нижняя граница биосферы* в области, в которой по условиям температуры, химической активности и физического состояния вещества явления жизни иметь место не могут» (Вернадский, 1965, с. 83).

В.И. Вернадский настойчиво повторяет идею большого принципиального значения в науке – идею о возможности неопределенно долгой латентной жизни спор на больших глубинах нашей планеты (курсив наш – Г.П.): «Так как с углублением к центру планеты температура понижается [«... но это наблюдается ниже биосферы ...» (Вернадский, 1965, с. 83)], возможно, что так называемая *латентная жизнь спор* может сохраняться на больших глубинах *неопределенно долгое время*» (Вернадский, 1965, с. 83).

В связи с этим, из числа наших работ, непосредственно разрабатывающих идеи В.И. Вернадского, а именно: о всюдности жизни и давлении жизни - приведем кратко результаты совместных работ двух коллективов ИнБЮМ НАН Украины – его отдела радиационной и химической биологии (Севастополь) и его Одесского Филиала (Зайцев и др., 2007, 2008; Zaitsev & Polikarpov, 2008).

В наших исследованиях найдены в глубоководных сероводородных илах Черного моря покоившиеся там в течение заметного времени споры аэробов - сухопутных, пресноводных и морских растений. Возраст донных осадочных слоев (мощностью в 1,5-5

см), в которых покоились споры, определен С.Б. Гулиным, ОРХБ ИнБЮМ, и составил 25-50 лет. В ОФ ИнБЮМ НАНУ под руководством ак. НАНУ Ю.П. Зайцева были проращены споры 14 видов одноклеточных водорослей (морских, пресноводных, убиквистов), принадлежащих к отделам Bacillariophyta, Dinophyta, Chlorophyta, Cyanophyta, Chrysophyta и Silicoflagellata, также 7 видов грибов (в том числе, наземных) отдела Ascomycota и формальной группы Anamorphic Fungi. Эти споры проросли в адекватной им аэробной и освещаемой (для фотосинтетиков) питательной среде (Зайцев и др., 2008; Zaitsev & Polikarov, 2008). Приведенные выше факты говорят о том, что правило всюдности жизни на нашей планете в отношении именно аэробов связано с их покоящимися спорами и цистами, способными весьма длительное или, по выражению В.И. Вернадского (1965), «неопределенно долгое время» (Вернадский, 1965, с. 83) переносить самые неблагоприятные условия (предельно низкие температуры, агрессивную среду) в состоянии анабиоза в «ожидании своего часа» - условий, необходимых для активной жизнедеятельности аэробов. В нашем случае принцип «всюдности» проявился в *латентной жизни* - выживании аэробов, благодаря анабиозу, в совершенно непригодных условиях для их активной жизни и размножения.

Что касается давления жизни со стороны аэробов, представленных в рассматриваемых условиях сероводородных глубин Черного моря только жизнеспособными покоящимися спорами и цистами, то, очевидно, что оно там равно нулю в связи с их недействительным состоянием. Любое количество «спящих» спор и цист не меняет состояния отсутствия давления жизни с их стороны. Поэтому там нет освоения, колонизации, чуждой среды, непригодной для обитания животных и растений-аэробов. Однако, разумеется, там существует предельно сильное конкурентное давление жизни со стороны эволюционно более древних форм жизни - анаэробов - друг на друга. Таким образом, речь идет о геологической вечности жизни для *свободно живущих аэробов* только в аэробной среде, а для аэробов, находящихся на стадии *покоящихся спор и цист*, - и в анаэробной среде.

Кстати, в одном из недавних изданий обратило на себя внимание утверждение (курсив наш – Г.П.), что «... в донних відкладах

Чорного моря на глибинах 600-2250 метрів...» «... *сірководневий шар населений різноманітною і переважно ендемічною фауною*» (Біологія, 2008, с. 446). Учитувая то обстоятельство, что науке не известны факты такого рода (Fenchel & Finlay, 1995; Sorokin, 2002), мы выполнили плановые экспедиционные исследования, включающие в себя поиски фауны – живых животных в сероводородных глубинах Черного моря. Принцип *всюдности* активной размножающейся *жизни*, возможной только в адекватных условиях обитания, и правило *давления жизни* В.И. Вернадского подтвердились и в этом случае, а именно: в полном соответствии со средой обитания – отсутствием кислорода и агрессивностью среды для животных – в названных выше сероводородных глубинах нами зарегистрированы: (а) только осевшие из верхних кислородсодержащих слоев («дождь трупов») безжизненные останки представителей аллохтонной фауны, а кроме них – (б) только автохтонные микробы-анаэробы, жизнеспособные и размножающиеся в своей среде обитания (Зайцев и др., 2007). Иными словами, как это и было известно уже давно, в Черном море аэробы живут и размножаются в аэробной среде (Зернов, 1934; Константинов, 1986; Groves & Hint, 1980). Короче говоря, процитированное выше чисто умозрительное представление о тлм, что в глубинах Черного моря якобы «... *сірководневий шар населений ... фауною*» (Біологія, 2008, с. 446), потеряло свою эмпирическую опору в имеющихся данных (Sorokin, 2002; Зайцев и др. 2007, 2008) и основанных на них научных обобщениях (Zaitsev & Polikarpov, 2008).

Как отмечалось выше, по обобщению В.И. Вернадского, во всей истории Земли не было периодов полного отсутствия жизни (Вернадский, 1965). Рассматриваемые в этом разделе вопросы, связаны с *экзобиологией*, изучающей поведение живого вещества в неадекватных земных (например, сероводородных глубинах Черного моря для аэробов) и в космических условиях. Сероводородная глубоководная котловина Черного моря предложена нами в качестве перспективного полигона для научных исследований в области экзобиологии и глубоководной радиохемозологии (Поликарпов, 2010). Одной из проблем экзобиологии, как известно, служит «...определение пределов и изучение механизмов выживаемости земных организмов в экстремальных условиях окружающей сре-

ды...» (Рубин, 1978). Экстремальные условия для аэробов имеются в обширной сероводородной зоне Черного моря, справедливо считающейся мертвой зоной для обитания и размножения свободно живущих животных, растений и микробов-аэробов. Как уже указывалось, за всю историю исследований не было случаев нахождения в сероводородной толще и донных отложениях батиаля Черного моря населяющих их живых животных и живых растений (Зайцев, Поликарпов, Егоров и др., 2007, 2008).

Приведенные материалы, а также работы по глубоководной радиохемозологии (Поликарпов, 1987, Поликарпов и Егоров, ред., 2008), позволяют рекомендовать батиаль Черного моря в качестве полигона для дальнейшего изучения радиохемозологии и экзобиологии аэробов с учетом как геологической продолжительности и сохранности их покоящихся стадий, так и возраста «захороняющих» их донных отложений. Наряду с ценностью этих сведений для космической биологии, они важны также для понимания и предвидения возможных процессов массового (пусть крайне редкого, но вероятного на масштабе геологической истории Земли) возвращения в окислительную среду биосферы многих видов после их длительных периодов анабиоза на стадии спор (и цист). Представляет принципиальный интерес оценить значение явления долговременных огромных фондов спор и цист для динамики биосферы и ее частей, а также сформулировать возможные геологические, гидрофизические или иные механизмы возвращения из этих фондов «захороненных» спор (и цист) в окислительную биосферу и их последствия для эволюционного процесса на нашей планете. Здесь отметим лишь, что, кроме землетрясений, такую роль в Черном море могут играть попадания в него астероидов (Schuiling, Cathcart & Badescu, 2007).

Что касается зоопаразитов-«анаэробов» и их дыхания, то все известные зоопаразиты-«анаэробы» входят в состав внутренней среды свободноживущих дышащих кислородом хозяев-аэробов. Гибнет от кислородного удушья хозяин-аэроб – погибает и полностью зависящий от кислородного дыхания этого хозяина-аэроба его не дышащий непосредственно кислородом паразит-«анаэроб». Поэтому по отношению к кислороду корректнее рассматривать *единую аэробную систему*: хозяин-аэроб вместе с его «анаэробным»

зоопаразитом, абсолютно зависимым от хозяина-аэроба во всем, включая дыхание хозяина-аэроба кислородом.

Обнаруженное итальянскими и датскими учеными (Danovaro, Dell'Anno, Pusceddu, Gamby, Heiner, Kristensen, 2010) кажущееся исключение в отношении Metazoa (3 вида рода Loricifera), обитающих в бескислородной среде в глубинах Средиземного моря, лишь подтверждает общее правило. Дело в том, что найденные ими Metazoa-"анаэробы" *лишены митохондрий*, вместо которых функционируют гидрогеносомнообразные органеллы, ассоциированные с *анаэробами прокариотами-эндосимбионтами*. Иными словами, перед нами не отдельные, самостоятельные, виды Metazoa, а эволюционно слаженные **надорганизменные анаэробные системы**, включающие в себя как доминирующих в них в энергетическом отношении прокариотов-анаэробов, так и «модифицированных» организмов Metazoa.

В.И. Вернадский вносит полную ясность и в этот вопрос, считая независимыми от свободного кислорода только анаэробных микробов, бактерий и грибов: «Независимо от хлорофильных растений, от свободного кислорода существует мир *микробов и бактерий, грибов*, которые являются или паразитами хлорофильного или животного вещества, или используют энергию биогенных минералов и горных пород, например, нефтей (Вернадский, 1956).

Предвидение В.И. Вернадского способности живого вещества, в частности, микроорганизмов, неопределенно долго пребывать в покоящемся состоянии в виде спор в неблагоприятных условиях блестяще подтвердили недавние исследования университета Ньюкастл (Hubert et al., 2010). В вечной мерзлоте донных отложений на морском дне близ Шпицбергена были найдены споры термофильных бактерий – предположительно обитателей нефтяных пластов или теплых обедненных кислородом грунтов на дне глубин океанов, которые, будучи, вероятно, занесенными течениями, пролежали здесь 100 миллионов лет, и, после нагревания до требуемых ими 50⁰ С, возвратились к активной жизни. С учетом стадии покоящихся спор, эти бактерии оказались организмами с самым длительным жизненным циклом среди всех организмов на нашей планете, изученных до сих пор. Таким образом, внесен значительный вклад в современную экзобиологию бактерий.

Основания для эгоцентризма и экзотики

Гений академика В.И. Вернадского обогатил науку идеями о *ноосфере* (Вернадский, 1965, с.323-330). Мощно звучит его научно обоснованное предсказание и призыв к человечеству: «В геологической истории биосферы перед человеком открывается огромное будущее, *если он поймет это и не будет употреблять свой разум и свой труд на самоистребление*» (Вернадский, 1965, с. 327). Он воздавал должное разуму и труду человека (полу жирный шрифт также наш – Г.П.): «... все человечество, вместе взятое, представляет ничтожную массу вещества планеты. **Мощь его связана не с его материей, но с его мозгом, с его разумом и направленным этим разумом трудом**» (Вернадский, 1965, с. 237). И подчеркивал, что «Человечество, взятое в целом, становится мощной геологической силой» (Вернадский, 1965, с. 328) и что «... человеческий разум и воля способны целиком переработать всю окружающую его природу» (Вернадский, 1965, с. 272). И он же предостерегал от недалеко-видного применения разрушительной мощи техники и химии в биосфере. Исторически «Первым явилось открытие пороха еще в XIV веке, чрезвычайно увеличивавшее силу цивилизованного человечества и положившее конец подчинению его жизни опасностям диких зверей. Человек почувствовал себя царем природы» (Вернадский, 1965, с. 275). «Сейчас, когда **человек захватил весь земной шар**, приходится регулировать улов, так как **средства истребления превышают прирост**. Так же, как и на суше, но в меньшем масштабе, меняется видовой состав нужных человеку форм природы» (Вернадский, 1965, с. 221). «**Фактом является вмешательство организованного человеческого разума, направляющего силу человека и его знания в эту сторону и этим нарушающего энергетический характер окружающего, в данном случае планеты**» (Вернадский, 1965, с. 274). «**Лик планеты – биосфера – химически резко меняется человеком сознательно и главным образом бессознательно**» (Вернадский, 1965, с. 328).

Таким образом, ноосфера в настоящее время нам представляется, как сфера обладающих разумом (видовоцентрических, т.е. эгоистичных по отношению к другим видам в природе) живых существ – человечества. Оно ничтожно мало по общей массе по сравнению с другими компонентами живого вещества биосферы, одна-

ко стало грозной геологической силой, сопоставимой по его воздействию на биосферу с самыми грандиозными силами природы. Видовоцентричность вида *Человек разумный* оправдывала себя, как оправдывает остальных живых существ, в борьбе за существование до той поры, пока человечество не стало оказывать неадекватное негативное воздействие на природу с применением техники. Биосфера стала преобразовываться им в Ноосферу. «В ноосфере геологическая роль человека ведущая» (Вернадский, 1965). «Братья наши меньшие» - растения и животные – становились и все более становятся лишними на своих территориях и в акваториях. Но с их вытеснением из природы в биосфере нарастает дальнейшее нарушение экологического равновесия. *H. sapiens* является неотъемлемой частью природы, а не ее царем. Встает вопрос об ответственности *H. sapiens* перед живой природой. В деградирующей природе человечество само неизбежно обречено на вымирание.

Животные имеют свои отшлифованные естественным отбором правила поведения с особями внутри своего вида, группы, стаи и т.п. на основе инстинкта и зачатков сознательной деятельности, т.е. своего рода этику сложных взаимоотношений. Человек, как существо животного происхождения, - из высокоразвитого отряда приматов класса млекопитающих – тем более вооружен этическими правилами поведения внутри своего вида, племени, рода, государства и т.д. Только в ноосфере, благодаря развитию разума, и в связи с осознанием людьми своей грозной разрушительной силы общебиосферного значения, а также в значительной степени на основании идей В.И. Вернадского, появляется необходимость в экоцентрическом сознании роли человечества, имя которому дано в самом конце прошлого века профессором Отто Кинне (Kinne, 1997) – *экологическая этика (экоэтика)*, для гармонизации отношений биосферы, как целого, и человечества, как его неотъемлемой части (Кинне, 2002; Кинне, 2003; Поликарпов, Терещенко, 2008).

В случае игнорирования человечеством экологической этики его будущие поколения окажутся под нарастающей угрозой экологического наказания вплоть до исчезновения вида *H. sapiens* (Рис. 2).

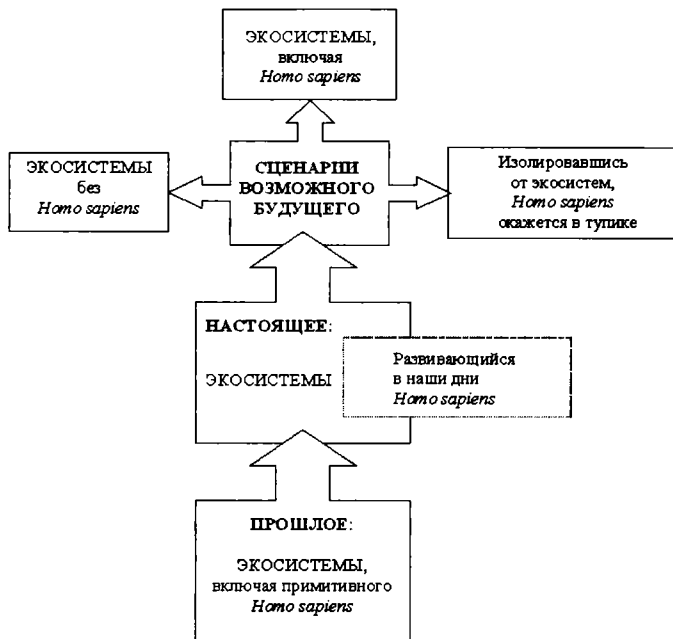


Рис. 2. Прошлое, настоящее и альтернативы будущего развития *H. sapiens* (вне экосистем или вернувшегося в экосистемы) (Поликарпов, 2006)

Отсылая читателя к литературе о Международном Союзе Экоэтики (МСЭЭ), который возглавляет его президент проф. О. Кинне, вице-президент ак. НАНУ Г.Г. Поликарпов, второй вице-президент по работе с молодежью Л.П. Марчукова, а в рамках Украины - координатор МСЭЭ в Украине к.б.н. Н.Н. Терещенко, о принципах, задачах и глобальной роли этого Союза, отметим здесь, что МСЭЭ охватывает своими многочисленными национальными Отделениями в разных странах все континенты Земли, включая Антарктиду (в лице ученых, работающих на Украинской Антарктической станции «Академик Вернадский» - членов Отделения МСЭЭ) (Кинне, 2002; Кинне, 2003; Поликарпов, Терещенко, 2008).

В заключение полагаю уместным привести слова о значении личности, идей и работ великого ученого – академика В.И. Вер-

надского, сказанные автором данной публикации на Генеральной ассамблее Международного союза радиозологии в Бергене, Норвегия, 18 июня 2008 г. (Алексахин, 2009; Информация, 2009; Международная конференция, 2008; Хроника и информация, 2008): «Все, связанное с именем Владимира И. Вернадского – одного из наиболее выдающихся естествоиспытателей, учителя моих учителей, вызывает во мне глубочайшее уважение. Как и многие его последователи, я горжусь тем, что принадлежу к его крупнейшей международной научной школе. Всю мою жизнь я имею честь работать в Национальной академии наук Украины, созданной ее первым Президентом - Владимиром Ивановичем Вернадским 27 ноября 1918 г. и которую в настоящее время успешно возглавляет ее Президент Борис Евгеньевич Патон, оказывающий большую поддержку радиозологии» (Хроника и информация, 2008).

Приложение: мысли В.И. Вернадского (1965) о живом веществе и биосфере

Ниже приводится краткий перечень выдвинутых В.И. Вернадским (1965) крупнейших идей и полученных им убедительных материалов о живом веществе и роли последнего в биосфере и ноосфере. Этот перечень, формировавшийся нами изначально, вошел в сферу наибольших научных интересов и исходных данных названного выше отдела ИнБЮМ:

« "Живое вещество" есть совокупность живых организмов» (с. 324). «... живое вещество в биосфере играет основную активную роль и по своей мощности ни с чем, ни с какой геологической силой не может даже быть сравниваемо по своей интенсивности и непрерывности во времени. В сущности, оно определяет все основные химические закономерности в биосфере. Структура биосферы, точно функционирующая в течение не менее двух миллиардов лет, очень закономерна...» (с. 236). «Жизнь, живое вещество, как бы само создает себе область жизни» (с. 241). «Эволюционный процесс присущ только живому веществу» (с. 325). «... в течение всего геологического времени, с криптозооя, заселение планеты должно было быть максимально возможное для всего живого вещества, которое тогда существовало» (с. 286). «В 1927 г., по моим подсчетам, вес живого вещества представлялся как много гексалионов граммов

(10^{21} з). Вес биосферы – несколько окталионов граммов (10^{27} з). Живое вещество, таким образом, отвечает, по крайней мере, сотым или десятым процента всей массы биосферы» (с. 296). «Биолог должен считаться с тем, что на нашей планете в биосфере существует не жизнь, от окружения независимая, а живое вещество, т.е. совокупность живых организмов, теснейшим образом связанная с окружающей ее средой биосферы – мощным геологическим фактором, от биосферы неотделимым» (с. 290). «Живое вещество есть, прежде всего, планетное явление и не может быть оторвано от биосферы, геологической функцией которой оно является» (с. 290). «Жизнь неотделима от биосферы, и живое вещество является его функцией» (с. 291). «Весь животный мир, и человек в том числе, взятый в целом, требующий для своей жизни свободного кислорода, являются придатком хлорофильных организмов. Без них он не мог бы существовать. Хлорофильные растения являются автотрофным живым веществом»; «Независимо от хлорофильных растений, от свободного кислорода существует мир микробов и бактерий, грибов, которые являются или паразитами хлорофильного или животного вещества, или используют энергию биогенных минералов и горных пород, например, нефти. По-видимому, этот мир как раз существует на Венере и Марсе ...» (с. 239).

Литература

Алексахин Р.М. Золотая медаль имени В.И. Вернадского – Г.Г. Поликарпову // Новости науки. Организация науки. Экология // Природа. – 2008. – № 10. – С. 83.

Біологія, с.446 // Національна Академія наук України. 1918-2008. До 90-річчя від дня заснування / Голов. ред. Б.Є. Патон. – К.: Вид-во КММ, 2008. – 624 с.

Вернадский В.И. О необходимости исследования радиоактивных минералов Российской империи. – СПб, 1910. - 54 с.

Вернадский В.И. О необходимости изучения явлений радиоактивности Южного берега Крыма // Изв. Росс. Акад. наук, Сер. 6. – 1921. - Т. 15, № 1-18. - С. 403-408.

Вернадский В.И. О концентрации радия живыми организмами // Докл. АН СССР. - 1929. - Сер. А, № 2. - С. 33-34.

Вернадский В.И. Торий или мезоторий в морской воде // Природа. – 1932. - № 5. - С. 413-426.

Вернадский В.И. Геохимия, биогеохимия и радиология на новом этапе. Извлечение из отчета о заграничной командировке 1932 г. // Вестник АН СССР. – 1933. - № 11. - С. 17-24.

Вернадский В.И. Биогеохимические очерки. 1922-1932 гг. - М.: Изд. АН СССР, 1940. – 249 с.

Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. - М.: Изд-во «Наука», 1965. – 374 с.

Зайцев Ю.П., Поликарпов Г.Г., Егоров В.Н., Александров Б.Г., Гаркуша О.П., Копытина Н.И., Курилов А.В., Нестерова Д.А., Нидзвецкая Л.М., Никонова С.Е., Поликарпов И.Г., Поповичев В.Н., Руснак Е.М., Стокозов Н.А., Теплинская Н.Г., Теренько Л.М. Средоточие останков оксифионтов и банк живых спор высших грибов и диатомовых в донных отложениях сероводородной батииали Черного моря // Доповіді НАН України. – 2007. - № 7. – С. 159-164.

Зайцев Ю.П., Поликарпов Г.Г., Егоров В.Н., Гулин С.Б., Копытина Н.И., Курилов А.В., Нестерова Д.А., Нидзвецкая Л.М., Поликарпов И.Г., Стокозов Н.А., Теплинская Н.Г., Теренько Л.М. Биологическое разнообразие оксифионтов (в виде жизнеспособных спор) и анаэробифионтов в донных осадках сероводородной батииали Черного моря // Доповіді НАН України. – 2008. - № 5. – С. 168-173.

Информации. О награждении Г.Г. Поликарпова золотой медалью В.И. Вернадского. Речь Геннадия Григорьевича Поликарпова при вручении ему золотой медали В.И. Вернадского Международного Союза Радиэкологии (Перевод с английского языка Г.Г. Поликарпова) // Биология моря. – 2009. - Т. 35, № 1. - С. 80-82.

Кинне О. (Kinne O.) // Международный союз экоэтики. Дополненный и заново отредатированный текст по экоэтике, 01.05.2002. Перевод на русский язык с английского *И.Г. Поликарпова* (Крымское Отделение ЕЕИУ) // ЕЕИУ Brochure. - Russian Translation. — Oldendorf/Luhe: Inter-Research, 2003. - 8 p.

Кинне О. (Kinne O.) // Міжнародна спілка екологічної етики. Доповнений текст по екоетиці: 01.05.2002. Переклад на українську мову з англійської *Терещенко Н.Н.* (Севастополь, ЕЕИУ) // ЕЕИУ Brochure. Ukrainian Translation. - Inter-Research. – Oldendorf/Luhe. – 2002. - 8 p.

Кузин А.М., Передельский А.А. Охрана природы и некоторые вопросы радиоактивно-экологических связей // Охрана природы и заповедное дело в СССР. - Бюлл. 1. - М.: Изд-во «Наука», 1956. - С. 65-78.

Лазоренко Г.Е. Распределение природного радионуклида ^{210}Po в компонентах экосистемы Черного моря // Радиозэкологический отклик Черного моря на Чернобыльскую аварию / Под ред. Г.Г. Поликарпова и В.Н. Егорова. - Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2008. - Гл. 4. - С. 311-337.

Международная конференция. Речь Г.Г. Поликарпова при вручении ему золотой медали имени В.И. Вернадского Международного союза радиозэкологии (18 июня 2008 г., Берген, Норвегия) // Радиационная биология. Радиозэкология. - 2008. - Т. 48. № 5. - С. 635-637.

Поликарпов Г.Г. Радиоактивные изотопы и ионизирующие излучения в морской биологии // Труды Севастопольской биологической станции АН СССР. -1960. - Т. XIII. - С. 275-292.

Поликарпов Г.Г. Радиозэкология морских организмов / Под ред. В.П. Шведова. - М.: Атомиздат, 1964. - 295 с.

Поликарпов Г.Г. Необходимость формирования глубоководной морской радиозэкологии и развития радиозэкологических исследований в промежуточно-зоне река-море // Информ. Бюлл. Научного Совета АН СССР по проблеме радиобиологии. - 1987. - № 34. - С. 18-21.

Поликарпов Г.Г. Морская радиозэкология в академиях наук России и Украины (1896-2004 гг.) // Проблемы радиозэкологии и пограничных дисциплин - Екатеринбург: ИЭРЖ УрО РАН, 2005. - Вып. 6. - С. 4-23.

Поликарпов Г.Г. Радиационная экология как научная основа радиационной защиты биосферы и человечества // Проблемы радиозэкологии и пограничных дисциплин. - Екатеринбург: ИЭРЖ УрО РАН, 2006. - Вып.8. - С. 3-28.

Поликарпов Г.Г. Перспективный полигон экзобиологических и радиохемозэкологических исследований в батииали Черного моря (Тезисы) // Радиационная биология. Радиозэкология, 2010 (в печати).

Поликарпов Г.Г., Егоров В.Н., ред. // Радиозэкологический отклик Черного моря на чернобыльскую аварию / Поликарпов Г.Г.,

Егоров В.Н., Гулин С.Б., Стокозов Н.А., Лазоренко Г.Е., Мирзоева Н.Ю., Терещенко Н.Н., Цыцугина В.Г., Кулебакина Л.Г., Поповичев В.Н., Коротков А.А., Евтушенко Д.Б., Н.В. Жерко. – Севастополь: НПЦ «ЭКОСИ-Гидрофизика», 2008. – 666 с.

Поликарпов Г., Терещенко Н. Міжнародна спілка екологічної етики: перший ювілей і підсумки діяльності // Вісник НАН України. - 2008. - № 5. – С. 52-53.

Рубин А.Б. Экзобиология // БСЭ, Т. 29. - М., Изд-во «Советская Энциклопедия», 1978. - С. 591.

Трапезников А.В., Молчанова И.В., Караваева Е.Н., Трапезникова В.Н. Миграция радионуклидов в пресноводных и наземных экосистемах. Том 1 / Под ред. И.М. Донник. – Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2007. – 480 с.

Тимофеев-Ресовский Н.В. Применение излучений и излучателей в экспериментальной биогеоценологии // Ботан. журн. - 1957. - Т. 42, № 2. - С. 161-194.

Тимофеев-Ресовский Н.В. Биосфера и человечество // Научные труды Обнинского отдела ГО СССР. Сборник первый. – Обнинск, 1968. – Ч. 1. – С. 3-12.

Тимофеев-Ресовский Н.В. Избранные труды / Под ред. О.Г. Газенко и В.И. Иванова. - М.: Наука, 2009. – 211 с.

Тимофеева-Ресовская Е.А., Попова Э.И., Поликарпов Г.Г. О накоплении пресноводными организмами химических элементов из водных растворов. I. Концентрация радиоактивных изотопов фосфора, цинка, стронция, рутения, цезия и церия различными видами пресноводных моллюсков // Бюлл. МОИП, Отд. Биологии. - 1958. - Т. 63. - С. 65-78.

Хроника и информация. Золотая медаль им. В. И. Вернадского Международного союза радиэкологии присуждена академику Г.Г. Поликарпову. Short oration by Gennady G. Polikarpov during receiving the V. I. Vernadsky IUR Award: Gold medal & Diploma (Bergen, Norway, 18 June 2008 // Морський екологічний журнал. - 2008. – Т. VII, № 3. – С. 97-98.

Шахиров Ф.Х., Ильязов Р.Г. Биогеософия – Алгоритмы модернизации // Казань: Идель-пресс, 2010. - 360 с.

Aarkrog A., Polikarpov G.G. Development of radioecology in East and West // Radioecology and the Restoration of Radioactive-

Contaminated Sites / NATO ASI, Ser. 2. – Environment. – 1996. – Vol. 13. – P. 17-29.

Adloff J.P. The centennial of the discovery of radioactivity // Proc. Intern. Symp. «Radionuclides in the Oceans» RADOC 96-97 (Cherbourg-Octeville, (France), 7-11 Oct. 1996). - Part 1: Inventories, behaviour and processes / Eds. P. Germain, J.C. Guary, P. Guéguénat, H. Métivier. – Radioprotection–Colloques. – 1997. – Vol. 32, C2. – P C2-3 – C2-11.

Danovaro R., Dell'Anno A., Pusceddu A., Gambi C., Heiner I. & Kristensen R.M. The first metazoan living in permanently anoxic conditions // BMC Biology. 2010. – Vol. 8, # 30. – 27 p. Article URL <http://www.biomedcentral.com/1741-7007/8/30>.

Fenchel T. & Finlay B.J. Ecology and Evolution in Anoxic Worlds. – Oxford, New York, Tokyo: Oxford University Press, 1995. – 276 p.

Fuma S. & Polikarpov G.G. Comparative Risk Assessment Between Ionising Radiation and Other Stressors. Working Group under the chairmanship of the IUR President Dr. F. Brechignac, International Union of Radioecology, France, 2010. – P. 8.

Hubert C., Arnosti C., Brüchert V., Loy A., Vandieken V., Jørgensen B. B. Thermophilic anaerobes in Arctic marine sediments induced to mineralize complex organic matter at high temperature // Environmental Microbiology. April 2010. – Vol. 12, Issue 4, P. 1089 – 1104.

Kinne O. Eco-Ethics International Union. Eco-ethics further developed text 01.05.2002. English // EEIU Brochure. – Oldendorf/Luhe: Inter-Research. – 2002. – P. 1 – 6.

Lazorenko G.E., Polikarpov G., Osvath I. Doses to the Black Sea fishes and mussels from naturally occurring radionuclide ^{210}Po // Intern. Conf. on Protection of the Environment from Effects of Ionizing radiation (Stockholm (Sweden), 6-10 Oct. 2003): Contributed papers. – Stockholm: IAEA-IUR, 2003. – P. 242 – 244.

Polikarpov G.G. Radioecology of Aquatic Organisms / Eds. V. Schultz, A. Klement, Jr. – Amsterdam: North-Holland Publ. Co. – New York: Reinhold Book Div., 1966. – 314 p.

Polikarpov G.G. H. Becquerel - P. & M. Curie - V. Vernadsky and marine radioecology studies in Russia and Ukraine // Proc. Intern.

Symp. «Radionuclides in the Oceans» RADOX 96-97 (Cherbourg-Octeville, (France), 7-11 Oct. 1996). - Part 1: Inventories, behaviour and processes / Eds. P. Germain, J.C. Guary, P. Guéguéniat, H. Métivier. – Radioprotection–Colloques. - 1997. - Vol. 32, C2. – P. C2-13.

Polikarpov G.G.. Conceptual model of responses of organisms, populations and ecosystems to all possible dose rates of ionizing radiation in the environment // Radiation Protection Dosimetry. - 1998. - V. 75, Iss. 1-4. - P. 181-185.

Polikarpov G.G.. The future of radioecology: in partnership with chemo-ecology and eco-ethics // J. Environ. Radioactivity. - 2001. - Vol. 53, № 1. – P. 5-8.

Schuiling R.D., Cathcart R.B. & Badescu V. Asteroid impact in the Black Sea: a black scenario // In: S.J. Rzoska and V.A. Mazur (eds.), Soft Matter under Exogenic Impacts. – 2007. – Springel. – P. 1-8.

Sorokin Y.I. The Black Sea: Ecology and Oceanology. – Leiden: Backhyns Publishers. - 2002. – 875 p.

Stannard J.N. Radioactivity and Health: A History. Ed. by R.W. Baalman, Jr. – DE88013791 (DOE/RL/01830-T59), National Technical Information Service, Battelle Memorial Institute. – Springfield, Virginia. – 1988. – 1963 p.

Whicker F.W. & Schultz V. Radioecology: Nuclear energy and the environment, Vol. I. – Boca Raton, Fla: CRC Press, Inc. – 1982. - 212 p.

Zaitsev Yu.P., Polikarpov G.G.. Recently discovered new biospheric pelocontour function in the Black Sea reductive bathyal zone // J. Black Sea/Mediterranean Environ. – 2008. - Vol. 14, № 3. – P. 151-165.