

ЖОРЕС МЕДВЕДЕВ

**АТОМНАЯ
КАТАСТРОФА НА УРАЛЕ**

Собрание сочинений Жореса и Роя Медведевых

Рой Медведев

Атомная катастрофа на Урале

«WebKniga»

2017

УДК 94(47)
ББК 88.5

Медведев Р.

Атомная катастрофа на Урале / Р. Медведев — «WebKniga»,
2017 — (Собрание сочинений Жореса и Роя Медведевых)

ISBN 978-5-96-911595-8

В настоящий том входит книга Ж. А. Медведева «Атомная катастрофа на Урале», впервые изданная в 1979 г. в США, а затем в переводе с английского во многих других странах. В то время об этой катастрофе, произошедшей в октябре 1957 г. и крупнейшей в истории атомной энергетики до Чернобыля, не было известно. Именно эта книга и полемика вокруг нее в западных странах привели в 1989 г. к рассекречиванию аварии и публикации в СССР деталей о ее причинах и последствиях. Обсуждению новых данных посвящен публикуемый в настоящем томе очерк «До и после трагедии». Вторая книга тома, «Полоний-210 в Лондоне» — это попытка раскрыть детали и причины сенсационного радиоактивного отравления Александра Литвиненко в ноябре 2006 г. Книга писалась непосредственно по следам расследования этого убийства британским Скотленд-Ярдом в 2007 г. и впервые была опубликована российским издательством «Молодая Гвардия» в 2008-м. В последующие годы автор дополнял текст новым фактическим и аналитическим материалом. В переработанном виде книга публикуется в этом томе впервые.

УДК 94(47)

ББК 88.5

ISBN 978-5-96-911595-8

© Медведев Р., 2017

© WebKniga, 2017

Содержание

Информация от издательства	6
Жорес Медведев	7
Начало сенсации	7
Продолжение сенсации	10
Краткий словарь терминов, необходимых непрофессиональному читателю	15
Уральская катастрофа	18
Радиоактивное загрязнение озер, водной растительности и рыб	22
Конец ознакомительного фрагмента.	32

Жорес Медведев. Атомная катастрофа на Урале

Информация от издательства

Научно-популярное электронное издание

Издано при финансовой поддержке Федерального агентства по печати и массовым коммуникациям в рамках Федеральной целевой программы «Культура России»

Медведев, Ж. А.

Атомная катастрофа на Урале / Медведев Жорес Александрович. – М.: Время, 2017. – (Собрание сочинений Жореса и Роя Медведевых).

ISBN 978-5-9691-1595-8

В настоящий том входит книга Ж. А. Медведева «Атомная катастрофа на Урале», впервые изданная в 1979 г. в США, а затем в переводе с английского во многих других странах. В то время об этой катастрофе, произошедшей в октябре 1957 г. и крупнейшей в истории атомной энергетики до Чернобыля, не было известно. Именно эта книга и полемика вокруг нее в западных странах привели в 1989 г. к рассекречиванию аварии и публикации в СССР деталей о ее причинах и последствиях. Обсуждению новых данных посвящен публикуемый в настоящем томе очерк «До и после трагедии».

Вторая книга тома, «Полоний-210 в Лондоне» – это попытка раскрыть детали и причины сенсационного радиоактивного отравления Александра Литвиненко в ноябре 2006 г. Книга писалась непосредственно по следам расследования этого убийства британским Скотленд-Ярдом в 2007 г. и впервые была опубликована российским издательством «Молодая Гвардия» в 2008-м. В последующие годы автор дополнял текст новым фактическим и аналитическим материалом. В переработанном виде книга публикуется в этом томе впервые.

© Жорес Медведев, Рой Медведев, 2017

© «Время», 2017

Жорес Медведев

Атомная катастрофа на Урале¹

Начало сенсации

Осенью 1976 г. британский научно-популярный журнал *New Scientist* отмечал 20-летний юбилей своего существования. В связи с этим событием я получил из редакции письмо от 28 июля 1976 г., в котором, в частности, говорилось следующее:

New Scientist празднует свою 20-ю годовщину в текущем году, и мы готовим специальный юбилейный выпуск журнала в ноябре. В 1976 году мы будем также отмечать двадцатилетнюю годовщину знаменитой речи Хрущева на партийном съезде, которая стала поворотным событием в жизни СССР. Поэтому мы хотели бы получить от Вас статью о главных событиях в советской науке после 1956 года. Нам нужна не академическая статья, а скорее статья, которая дает обзор различных интеллектуальных, культурных и политических тенденций. В частности, мы бы хотели узнать, изменилась ли роль ученых в советском обществе в связи с его некоторой демократизацией... Какова роль ученых в движении диссидентов? Ведь наука всегда привлекала независимых и творческих людей...

Из предложенных мне тем я выбрал последнюю, так как в 1956 г., будучи еще молодым научным работником, я стал принимать участие в той борьбе, которую вели биологи против поддерживаемой сначала Сталиным, а потом и Хрущевым псевдонауки, известной сейчас под названием «лысенкоизм».

Моя статья под названием «Two decades of dissidence» появилась в этом журнале 4 ноября 1976 г. [1], и при изложении событий я упомянул, что одним из важных эпизодов борьбы, объединивших влиятельную группу физиков-атомщиков с преследовавшимися генетиками, оказалась уральская ядерная катастрофа, произошедшая в 1957 или 1958 г. В результате этой катастрофы было загрязнено радиоактивными продуктами – отходами из реакторов – больше тысячи квадратных километров в районе Южного Урала и тысячи людей были эвакуированы и госпитализированы. Обширный район территории в промышленно развитой области оказался опасной зоной на многие десятилетия. Для анализа всех последствий этой катастрофы нужна была генетика, но в СССР в 1958 г. она считалась еще «реакционной», «буржуазной» наукой и подвергалась запретам.

Живя в Англии с 1973 г., я не знал, что экспертам на Западе ничего не известно об уральской катастрофе. Я писал, что эта катастрофа была связана с выбросом в воздух огромного количества радиоактивных отходов, которые хранились под землей в течение многих лет. Как раз в это время в английской прессе обсуждалась проблема захоронения радиоактивных отходов, которые предполагалось ввозить из Японии. В Швеции вопрос об атомных электростанциях и радиоактивных отходах был важным на выборах, приведших к поражению социал-демократического правительства. В Германии, Франции и других странах усилилось движение протеста против использования ядерной энергии и строительства атомных электростанций. Вопрос о будущем энергетического баланса всей планеты приобрел небывалую остроту. В этой обстановке мое краткое описание случившейся 20 лет назад уральской катастрофы вызвало

¹ Впервые было опубликовано на английском языке: Zhores Medvedev. *The Nuclear Disaster in the Urals*. N. Y.: W. W. Norton, 1979.

сильную реакцию. Сообщения о нем появились почти во всех основных газетах западного мира и были переданы по телевидению. Британские, американские, французские и многие другие эксперты выступили, однако, с опровержениями и с заявлениями о том, что ничего подобного технически не могло произойти. Наиболее быстро и резко постарался опровергнуть мое сообщение председатель британского Управления атомной энергии (United Kingdom Atomic Energy Authority) Джон Хилл. В интервью для Press Association, опубликованном 8 ноября 1976 г. в газете Times, а впоследствии во многих газетах Европы и США, Джон Хилл свысока заявил, что сообщение Медведева является чепухой. Поскольку именно это недоверие и послужило причиной моих дальнейших исследований, я считаю уместным привести здесь материал с интервью с Джоном Хиллом именно так, как он был напечатан в The Times.

Возможность ядерной катастрофы в СССР отрицается

Заявления советского ученого-диссидента о том, что сотни людей умерли или пострадали в 1958 году в ядерной катастрофе, были названы «чистой научной фантазией» сэром Джоном Хиллом, председателем британской администрации по атомной энергии.

В интервью корреспонденту Press Association сэр Джон характеризовал утверждения д-ра Жореса Медведева как «чепуху» и добавил: «Я думаю, что это результат пустого воображения».

Д-р Медведев, биохимик, заявлял в статье в журнале New Scientist о том, что радиоактивные ядерные отходы, которые подвергались захоронению в секретном уральском атомном центре, неглубоко под землей, разогрелись и были выброшены на поверхность, «как из вулкана», в 1958 году. В результате этого радиоактивное облако распространилось на сотни километров и тысячи людей получили разные дозы облучения.

Сэр Джон сказал, что русские, возможно, хоронили под землей слаборадиоактивные отходы, это делается и в Британии, и в других странах. Но такие отходы не взрываются. Но даже если русские хоронили под землей высокоактивные атомные отходы, что маловероятно, они, безусловно, следовали тем же мерам безопасности, которые приняты в других странах. В этом случае никаких взрывов не может произойти – ни ядерных, ни тепловых.

В США с комментариями по поводу моей статьи выступили не только эксперты, но и Центральное разведывательное управление. Однако у ЦРУ была своя версия катастрофы, источники которой, естественно, не сообщались. Появившееся в The Los Angeles Times, The Denver Post и в других газетах 11 ноября сообщение было следующим:

Взрыв реактора в 50-е годы подтвержден

Лос-Анджелес – Эксперты американской разведывательной службы заявили во вторник о том, что крупная ядерная авария в СССР около двадцати лет назад представляла собой аварию на реакторе, который вышел из-под контроля, а не взрыв атомных отходов, как заявил на прошлой неделе находящийся в ссылке советский ученый.

По данным американской разведки, эта авария произошла в конце 1957 или в начале 1958 года в советском Центре по производству плутония, находящемся в районе Южного Урала...

Американской разведке известно много аварий на атомных объектах в СССР, но только эта авария 1957 года может обозначаться как «катастрофа»... Нет никаких доказательств того, что эта авария повлияла на производство плутония. Они очистили реактор, захоронили всю радиоактивную грязь и продолжили работу...

В европейской прессе это же сообщение ЦРУ было напечатано 12 ноября (в International Herald Tribune, The Guardian и др.).

Имя аналитика из разведки не сообщается, но я думаю, что он не сумел связать это событие с тем фактом, что именно в начале 1958 г. Хрущев неожиданно объявил об одностороннем прекращении Советским Союзом всех испытаний атомного оружия. «Счистка небольшого количества грязи с реактора» в действительности заняла несколько месяцев и являлась восстановлением важного военно-промышленного комплекса, после чего Хрущев, несмотря на протесты ряда советских физиков-ядерщиков, объявил о возобновлении широкой серии испытаний ядерного оружия в атмосфере.

У американской и британской разведывательных служб, безусловно, имеется много различных средств наблюдения за развитием ядерной промышленности в СССР, и именно это дает возможность специалистам и руководителям ядерной индустрии чувствовать уверенность в том, что они «достаточно хорошо знают о том, что происходит в других странах». Недостатком разведывательных служб является, однако, то, что они заняты поисками секретной информации. Далеко не всегда они способны извлекать нужные сведения из общедоступных научных источников. Получая многочисленные данные от информаторов, детективов, служб наблюдения, со спутников, компьютеров и прочих технических средств разведки, современные аналитики зачастую не умеют проводить по-настоящему глубокий поиск в общедоступных средствах информации. В этой книге я хочу дать этим аналитикам и экспертам небольшой урок научной детективной работы. Многочисленные источники, которые я использовал и цитирую здесь, не являются секретными – они опубликованы в обычных научных изданиях. Действительная история уральской ядерной катастрофы написана, однако, не столько по тем данным, которые опубликованы в работах советских авторов, сколько по пропускам, искажениям и фальсификациям, которые в них имеются, и по тем данным, которые приведены в академических статьях без необходимой академической и методической полноты. Исследователю, имеющему достаточный опыт работы с радиоактивными изотопами, не слишком сложно понять и заполнить эти пробелы. В результате моих дальнейших публикаций ЦРУ вынуждено было рассекретить и разрешить для открытой печати некоторые из документов, которые я прокомментировал в этой книге в одной из последних глав.

Продолжение сенсации

Сенсацией я называю событие, о котором под крупными заголовками сообщается на первых страницах всех ведущих газет западного мира. В этом отношении я с трудом могу отнести мою первую статью в *New Scientist* к категории действительно сенсаций: насколько мне известно, в Англии она попала на первую полосу и под крупный заголовок только в одной хорошо известной газете – в лондонской *The Observer* от 7 ноября 1976 г. Остальные газеты сообщали об уральской катастрофе где-нибудь на 3-й или 4-й странице. В США это сообщение появилось на первой полосе только в *The Washington Post*. Чтобы создать элемент сенсации, некоторые газеты начинали высказывать различные предположения о том, что именно побудило Медведева обнародовать только в конце 1976 г. сообщение о катастрофе почти двадцатилетней давности. Дальше всех в этих предположениях зашла газета *The Guardian* (8 ноября 1976 г.). Научный корреспондент этой газеты Антони Такер (*Antony Tucker*), не связавшись со мной, написал в своем очерке «*Russian reveals nuclear tragedy*»:

«Мы не смогли найти Медведева для интервью и задать ему вопрос о том, почему он ждал так долго, а не рассказал эту историю раньше... Его коллеги подтвердили, что он мог иметь для этого политические причины. Не исключено, что он рассказал о ядерной катастрофе в СССР для того, чтобы обратить внимание на британский проект постройки большого завода в Виндскейле в Камбрии именно для переработки радиоактивных ядерных отходов».

На следующий день я позвонил в газету и опроверг этот вымысел, сказав им, что британские планы стали известны мне только в связи с шумом, возникшим вокруг моей статьи. Попытки связать мое описание уральской катастрофы с внутренними британскими и европейскими спорами о хранении ядерных отходов были сделаны и другими обозревателями. Это показывало, что никто из них не читал самой статьи в *New Scientist*, они комментировали лишь искаженные газетные сообщения.

Газетные сенсации не живут слишком долго.

И я, и многие другие читатели ежедневных газет очень скоро стали забывать об уральской катастрофе, тем более что и сам факт произошедшего события был подвергнут авторитетному сомнению. Но неожиданно, через месяц после моей статьи, уральский взрыв стал действительно сенсацией, попав под крупные заголовки на первые полосы почти всех западных газет. В вечернем выпуске *Evening Standard* от 7 декабря 1976 г. появилось сенсационное сообщение под заголовком «Города, которые погибли на сотни лет» (*Towns that died for hundreds of years*). В *Daily Telegraph* на следующее утро на первой странице под заголовком «Беженец видел советское атомное опустошение» («*Refugee saw Soviet Atom Devastation*») была напечатана даже карта Урала со стрелкой, указывающей место возможной катастрофы. Лондонская *Times* в этот же день дала на первой полосе более спокойное сообщение под заголовком «Уральская ядерная катастрофа глазами очевидца» (*Urals nuclear disaster described by eyewitness*).

Все эти сенсационные сообщения шли из Иерусалима, где в газете *Jerusalem Post* в разделе писем в редакцию было напечатано короткое письмо профессора Льва Тумермана, недавно эмигрировавшего из СССР, который в 1960 г. проезжал загрязненную радиоактивностью зону на небольшом автобусе по дороге между двумя самыми крупными уральскими городами Челябинском и Свердловском.

Профессор Лев Тумерман, эмигрировавший из СССР в 1972 г., стал в Израиле одним из проповедников развития ядерной энергетики, считая, что отсутствие в этой стране собственных энергетических ресурсов делает жизненно необходимым строительство именно атомных

электростанций. Обеспокоенный сообщениями американской разведки о том, что уральская катастрофа произошла в результате аварии на реакторе, Тумерман решил сделать упор на том, что, по рассказам всех, с кем ему приходилось разговаривать во время этой поездки, учеными и простыми людьми, катастрофа была вызвана «небрежностью и беспечностью в хранении ядерных отходов». Я привожу здесь исходный текст этого письма, так как многое из того, что в следующие два дня было напечатано в десятках различных газет или передано по радио, содержало дополнительные детали и нередко искажения и вымыслы репортеров, которые непрерывно звонили в Израиль, чтобы получить «специальные» интервью с профессором Тумерманом.

Советская ядерная катастрофа

Редактору газеты The Jerusalem Post

Сэр,

для того чтобы опровергнуть сообщения прессы (7 и 11 ноября) о том, что серьезная ядерная авария в СССР была связана с неполадками атомного реактора, я хочу добавить свидетельства очевидца.

В 1960 году я имел возможность проехать на автомобиле из города Свердловск на Северном Урале в город Челябинск на Южном Урале... Примерно в 100 км от Свердловска дорожные знаки предупреждали водителей машин не делать остановок на протяжении следующих 30 километров и двигаться на максимальной скорости.

По обе стороны дороги, насколько мы могли видеть, пространство было «мертвым», не было ни деревень, ни поселений, остались только печи от сгоревших домов. Не было видно ни посевов, ни полей, ни скота, ни людей...

Эта зона считалась «горячей» от радиоактивных загрязнений. Огромная территория, сотни квадратных километров, была пустой и, возможно, непригодной для культивации и проживания людей на долгие годы, на десятки, а может быть, и на сотни лет.

Мне впоследствии рассказали, что между Свердловском и Челябинском находится место знаменитой «кышитымской катастрофы», в результате которой сотни людей погибли либо пострадали от радиации...

Я не могу с определенностью сказать, была ли эта авария результатом неправильного хранения ядерных отходов, как утверждал Жорес Медведев, либо аварией реактора, как сообщили американские источники в ЦРУ. Однако все те, с кем я говорил в этой поездке, ученые и местные жители, не имели никаких сомнений в том, что причиной аварии было неправильное и халатное отношение именно к хранению ядерных отходов.

Проф. Л. Тумерман. Научный институт им. Вейцмана, Израиль

Я послал Л. Тумерману отпечаток моей статьи из New Scientist, так как он, судя по всему, ее не видел, а реагировал лишь на газетные сообщения. Через несколько дней я получил от него письмо, в котором он писал, что решил выступить именно для того, чтобы катастрофу на Урале не связывали с ядерными реакторами или атомными электростанциями, необходимыми Израилю.

«Особенно опасной, – писал Тумерман, – представляется мне антиядерная агитация в нашей стране, которая лишена всяких источников энергии и окружена враждебными государствами, держащими в своих руках почти все ресурсы нефти. Я опасался, что сообщение о ядерной катастрофе может быть использовано как оружие в борьбе против строительства атомных

станций в Израиле, и послал письмо в редакцию “Иерусалим Пост”, в котором описал то, что видел, и подчеркнул, что эта катастрофа никак не могла быть связана с деятельностью силовой атомной станции...»

Совершенно неожиданно для меня моя заметка вызвала страшную сенсацию. Мне звонили с Би-би-си (British Broadcasting Corp.), Эн-би-си (National Broadcasting Co.), с французского телевидения и еще бог знает откуда, меня осаждали корреспонденты всех агентств и газет, фотографировали, брали интервью, а под конец шведское телевидение даже прислало сюда свою команду, которая сняла в садах нашего института целое “шоу” с моим участием. Я до сих пор не могу понять, почему мое сообщение вызвало такой интерес, а они все допытывались, почему я не сообщал об этом раньше, и явно не верили, когда я говорил им, что не думал, будто это может быть кому-нибудь интересно...»

Скептицизм главы британского Управления атомной энергии Джона Хилла остался, однако, непоколебленным. Отвечая письмом в редакцию лондонской Times на статью одного из противников строительства новой серии так называемых реакторов на быстрых нейтронах (fast breeder reactors), в которой упоминалась и уральская катастрофа, Джон Хилл все же отрицал ее возможность, хотя и в более вежливой форме. Отрывок из этого письма, опубликованного в Times 23 декабря 1976 г., целесообразно привести, так как точка зрения Джона Хилла не столько о технической стороне, сколько о невозможности последствий взрыва, описанных и мною, и Л. Тумерманом (загрязнение радиоактивными отходами обширной территории), имеет прямое отношение к материалам, приведенным в следующих главах.

Из письма Джона Хилла редактору The Times:

Ядерная энергия. Проблемы безопасности

...Наиболее важные заявления (Медведева) состоят в том, что взрыв был связан с хранением ядерных отходов... Я не верю, что хранение ядерных отходов в России или где-либо еще может вести к аварии, даже отдаленно напоминающей ту, которая описана в журнале «Нью Сайентист». Возможность цепной ядерной реакции в ядерных отходах крайне низка. Но и при низкой вероятности, в случае такой реакции, она не может привести к тем последствиям, которые были описаны. Возможно, что в этом районе произошла какая-то авария. Но в настоящее время, когда люди обеспокоены проблемами хранения ядерных отходов, я считаю необходимым заявить, что захоронение радиоактивных отходов не может вести к катастрофе того типа, который был описан в прессе...

Преданно Ваш

Джон Хилл, руководитель Управления атомной энергии Соединенного Королевства

Эта точка зрения, по-видимому, отражала мнение и многих других руководителей и экспертов, имеющих дело с технической стороной ядерной энергетики. Для них характерно также типичное для западного интеллигента непонимание возможностей тотальной цензуры в полном замалчивании событий даже столь крупного масштаба. У агентов разведывательных служб, специализирующихся на советской ядерной технике, также, по-видимому, есть твердая уверенность в том, что они не смогли бы пропустить столь существенное событие. Им было известно, что именно районы Южного Урала являлись центрами советской атомной промышленности и местом строительства первых военных реакторов. Два крупнейших промышленных города – Свердловск и Челябинск, со всеми прилегающими к ним областями, были всегда

зонами, закрытыми для иностранцев. Именно над этими областями был 1 мая 1960 г. сбит разведывательный самолет США U-2, а затем арестован его пилот Гэри Пауэрс. Согласно опубликованным в США воспоминаниям Н. С. Хрущева, незадолго до этого инцидента, в апреле 1960 г., другой самолет U-2 уже облетел район Свердловска и Южного Урала, но тогда еще не были готовы ракеты типа «земля – воздух», а истребители-перехватчики не могли подняться на высоту 21 км, на которой находился этот разведывательный самолет. И первый, и второй полеты U-2 (а также много других в предыдущие годы, о которых сообщает в мемуарах Хрущев) имели целью фотографирование всех районов Урала, и прежде всего – Свердловской и Челябинской областей. Маршрут из Афганистана в Норвегию, проходивший над Уралом, был обычным для американских U-2 много лет, поэтому анализ фотосъемки, очевидно, должен был обеспечить необходимую информацию о серьезных катастрофах в этом районе.

Слухи и устные сообщения о какой-то катастрофе в районе Урала в 1957 г. были известны ЦРУ из показаний ряда эмигрантов, советских агентов, перешедших на службу в иностранные разведки, и от собственных американских агентов, например от достаточно хорошо информированного Олега Пеньковского. Поэтому-то и были даны для газет комментарии ЦРУ об аварии военного реактора, который после случившегося нужно было лишь слегка «почистить». (Опубликованные через год реальные документы этого же агентства опровергали первоначальную «облегченную» версию.)

Настоящая работа с анализом того, что же действительно произошло в 1957 г. в Челябинской области Южного Урала, написана отнюдь не с целью сообщить какие-либо секреты сенсационного характера, которые были известны мне в период работы в СССР. Хотя я и знал многие детали уральской ядерной катастрофы еще в 1958 г., эти сведения были совсем не из секретных источников. Миллионы людей, живущих на Урале, тоже знали об этой катастрофе, но для простого человека версия о взрыве хранилища ядерных отходов (nuclear waste) наверняка показалась бы обманом – люди больше верили неизбежным слухам о случайном взрыве атомной бомбы. Скрыть от населения Свердловска, Челябинска и других городов факт катастрофы было бы нереально – больницы и клиники этих городов были заполнены тысячами эвакуированных жителей пораженного района, находившихся под наблюдением. Через какое-то время, когда признаки лучевой болезни начали появляться в более отдаленных местах, район эвакуации расширили и людей стали размещать не только в больницах, но и в санаториях и домах отдыха, переоборудованных под больницы. Были запрещены охота и рыбная ловля по всему Южному и Среднему Уралу, а в городах несколько лет не разрешалась продажа мяса и рыбы на колхозных рынках без особой проверки на радиоактивность.

Однако для того, чтобы подготовить серьезный научный анализ уральской ядерной катастрофы, мне не требовалось слишком напрягать свою память, личные воспоминания все равно не могли бы служить объективным доказательством. В это время еще не были рассекречены данные американской разведки. Анализ фотосъемок с маршрутов U-2 за несколько лет остается секретным и до настоящего времени. Не было необходимости и в переопределении радиоактивности фильтров проб воздуха за 1957–1958 гг. – работы, которая действительно была проведена британскими экспертами после моей первой статьи. Вот что сообщал журнал *New Scientist* от 23/30 декабря 1976 года:

«Проверка фильтров за период с ноября 1957 года до февраля 1958 года, проведенная атомным ведомством, не обнаружила никакого увеличения общей бета-активности в атмосфере Великобритании. Было сделано заключение о том, что в этот период не происходило никаких аварий, которые могли бы привести к попаданию радиоактивных частиц в атмосферу...»

Я не знаю, сколько времени потребовалось для этой повторной работы и для чего она вообще была нужна. В моей статье сообщалось о взрыве хранилища отходов, который мог вызвать лишь достаточно обширное, но локальное загрязнение окружающих районов, но не

высоких слоев атмосферы и стратосферы, способных к переносу радиоактивности по всему земному шару.

Основное, что требовалось мне для того, чтобы сделать объективные выводы о характере и масштабах произошедшей катастрофы и современном состоянии загрязненной радиоактивностью территории, – это просмотреть авторские и предметные указатели в американском реферативном журнале *Biological Abstracts*, а затем поработать в Бейсуотерском филиале Британской библиотеки в Лондоне (*Bayswater Branch of the British Library*), где имеется достаточно полный комплект советских научных журналов и книг. Некоторые фотокопии статей, необходимых для этой работы, были получены из Национальной научно-технической библиотеки (*National Lending Library for Science and Technology*), а цитируемый здесь несколько раз советский журнал «Генетика» приходит по подписке в библиотеку института, в котором я работаю. Некоторые книги и сборники с интересными данными имелись в моей личной библиотеке, а некоторые отписки я получил от советских авторов по стандартным запросам.

Осуществляя анализ всех этих данных, я старался сделать его изложение понятным для широкого читателя, интересным для радиобиологов, радиоэкологов и генетиков, причем не только иностранных, но и русских. Для советских авторов разбираемых здесь работ, по-видимому, полезно будет узнать, сколь нелепыми оказываются их попытки скрыть, изменить, а иногда и фальсифицировать те данные, которые не имеют шансов пройти через цензурные заслоны. Не мог я, конечно, не подумать и о тех, кто, пользуясь скудными данными секретных служб, классифицировал мою первую статью как «чепуху», «научную фантастику» и «плод воображения». Но больше всего я хотел бы помочь тем, кто заботится о сохранении в чистоте от ядерных загрязнений той среды, в которой человечество должно жить многие миллионы лет. Политики планируют свои решения в пределах 20–30 лет. Специалисты по ядерной энергетике иногда обдумывают свои решения в пределах нескольких столетий. Биологи и генетики, к числу которых принадлежит и автор настоящего очерка, думают о будущем с эволюционных позиций – моделируя картины будущего на сотни тысяч поколений.

Краткий словарь терминов, необходимых непрофессиональному читателю

Бета-излучение (β -radiation) – потоки бета-частиц, «излучаемых» радиоактивными изотопами. Наиболее распространенные изотопы с бета-излучением – это радиоактивный углерод (C^{14}), радиоактивный фосфор (P^{32}), радиоактивный стронций (Sr^{90}), радиоактивная сера (S^{35}) и много других. Бета-лучи – это в основном электроны. Энергия бета-частиц не очень высока, и поэтому они не способны проникать через сравнительно тонкие слои защитных материалов. При внешнем облучении живых тканей бета-частицы проникают внутрь ткани на расстояние от нескольких миллиметров до 2–3 см, редко до 5–8 см.

Гамма-излучение (γ -radiation) – электромагнитное излучение короткой длины, состоящее из фотонов высокой энергии, испускаемых со скоростью света ядрами определенных радиоактивных изотопов дополнительно к излучению ими бета- или альфа-частиц. В результате большой энергии гамма-облучение живых тканей вызывает глубокие повреждения внутренних органов. Защита от гамма-лучей обеспечивается толстыми слоями бетона, свинца или других материалов. Изотопы, дающие гамма-излучение – это кобальт-60 (Co^{60}), йод-130 и 131 ($I^{130, 131}$), железо-55 и 59 ($Fe^{55, 59}$), цезий-137 (Cs^{137}) и много других.

Доза облучения. – Еще до открытия искусственной радиоактивности доза облучения учитывалась при рентгеновском облучении, и поэтому единица для измерения получила название «рентген». Биологический эквивалент рентгена сокращенно обозначают *бэр*.

Поглощенная доза измеряется в радах (*rad*). Разные животные и растения обладают разной чувствительностью к облучению. Смертельной для млекопитающих и человека является доза облучения 500–600 рентген или соответственно 500–600 рад. Однако различные ткани имеют неодинаковую чувствительность, и летальность этой дозы определяется гибелью клеток костного мозга. При локальном облучении других тканей они выдерживают более высокие дозы. Растения и низшие животные выдерживают облучение в несколько тысяч рентген, бактерии и водоросли – в десятки тысяч.

Допустимая доза – количество облучения или концентрация радиоактивных изотопов в среде, которые считаются не вызывающими вредных последствий. Допустимые дозы варьируют в зависимости от типа изотопа, типа облучения, условий облучения, длительности и многих других условий.

Кюри (*Ci*) – единица радиоактивности, названная в честь Марии Кюри, открывшей радий. Эта единица равна такому количеству любого радиоизотопа, в котором число распадов ядер атомов в секунду составляет $3,7 \cdot 10^{10}$. Соответственно другие единицы радиоактивности обозначаются так: мекюри (MCi) – миллион кюри, килокюри (kCi) – 1 000 кюри, милликюри (mCi) – 1/1000 кюри, микрокюри (μ Ci) – 10^{-6} кюри. Микрокюри дает 37 000 распадов в секунду. При экспериментальных работах с радиоизотопами на животных и растениях вносимые количества чаще всего измеряются в микрокюри. Для человека введение внутрь, например, радиоактивного фосфора в количестве 30–40 мкюри может оказаться смертельным. Введение Sr^{90} может быть опасным при попадании в организм 1–2 мкюри, так как стронций не выводится быстро из организма, а прочно фиксируется в костях, вызывая так называемое хроническое облучение.

Период полураспада – время, за которое распадается половина радиоактивного изотопа и соответственно наполовину уменьшается его опасность. Изотопы с коротким периодом полураспада, измеряемым секундами, часами или днями, считаются менее опасными для среды (радиоактивные йод, фосфор, сера и др.). Sr^{90} и Cs^{137} являются наиболее опасными продук-

тами в отходах ядерных реакторов и при взрывах атомных бомб, так как эти изотопы имеют периоды полураспада около 30 лет. Поэтому при загрязнении среды этими изотопами опасность сохраняется сотни лет. C^{14} имеет период полураспада более 5 тысяч лет, но поскольку он выделяется в газообразной форме (углекислый газ), то опасность от радиоактивного углерода считается меньшей.

Ядерные отходы (nuclear waste). – В ядерных реакторах происходит контролируемый распад ядерного горючего (главным образом, урана), который сопровождается накоплением многочисленных радиоактивных изотопов. При этом распаде выделяется большое количество тепла, которое используется в так называемых энергетических реакторах для производства электроэнергии. После окончания процесса распада (продолжающегося много месяцев) блоки израсходованного ядерного горючего содержат много миллионов кюри различных изотопов. Для изготовления ядерного оружия имеют значение изотопы уран-235 и плутоний. Плутоний – это искусственный элемент, который легче выделить из смеси изотопов, и поэтому именно плутоний используется для военной атомной промышленности. В период до начала широкого строительства атомных электростанций военная атомная промышленность в основном была занята выделением плутония из продуктов распада в реакторах. Остальные радиоактивные изотопы составляли так называемые ядерные отходы. Для выделения плутония содержимое реактора после окончания цикла распада (время цикла варьируется от температуры «разогрева» реактора, то есть от скорости процессов) необходимо сначала растворить в крепкой кислоте. Процесс выделения плутония осуществляется на особых радиохимических заводах (reprocessing plants). Одновременно могут выделяться для использования в научных исследованиях и в медицине и другие радиоактивные изотопы (кобальта, йода, фосфора, цезия и т. д.). Но потребность в этих изотопах невелика, и основная масса радиоактивных отходов подлежит захоронению в условиях, при которых они не могут оказать вредного воздействия на среду и людей в течение столетий. Если нужна только тепловая энергия реакторов, то процесс захоронения отходов упрощается, так как подлежит захоронению материал в форме блоков. Если ядерные отходы получены после выделения плутония, то проблема усложняется тем, что захоронению подлежат жидкие отходы с разной концентрацией радиоактивных изотопов (отходы с высокой, средней и низкой концентрацией) в количествах, измеряемых миллионами литров радиоактивных растворов.

Захоронение радиоактивных отходов реакторов. – Существуют многочисленные способы захоронения радиоактивных отходов. Трудности, связанные с захоронением жидких отходов с низкой концентрацией радиоизотопов (low level waste), состоят в огромных объемах этих растворов. При отходах с высокой концентрацией изотопов (high level waste) главная проблема состоит в том, что продолжающийся радиоактивный распад выделяет такое количество тепла, которое нагревает воду выше температуры кипения. Поэтому контейнеры с концентрированными жидкими отходами подлежат постоянному охлаждению. После года-двух такого хранения с охлаждением короткоживущие изотопы распадаются и отходы, содержащие в основном долгоживущие изотопы (главным «остатком» являются Sr^{90} и Cs^{137}), могут подвергаться той же обработке, которая применима к отходам со средней концентрацией изотопов. В связи с тем, что и реакторы, и контейнеры с высококонцентрированными отходами требуют постоянного охлаждения (обычно циркулирующей водой), центры атомной промышленности располагаются вблизи рек или больших озер в малонаселенных местах. Вода рек и озер используется для охлаждения ядерных установок. Контейнеры для концентрированных отходов могут быть надземными или подземными. Отходы средней концентрации обычно хранят под землей, иногда на большой глубине. Отходы с низкой концентрацией изотопов часто просто сбрасывают в реки и обширные водоемы. В Англии разрешен сброс низкоконцентрированных отходов в море, так как завод по переработке отходов реакторов расположен прямо на берегу. В результате этого концентрация радиоизотопов в Ирландском море в несколько раз

выше, чем в океане. В СССР в непроточном Каспийском море концентрация радиоизотопов в настоящее время в 20 раз выше, чем в океане, но пока еще не выше так называемых допустимых доз загрязнения.

Уральская катастрофа

Я уже писал во второй статье, опубликованной в *New Scientist* в 1977 г. [2], что впервые узнал о ядерной катастрофе в Челябинской области от профессора Всеволода Маврикиевича Ключковского, заведовавшего кафедрой агрохимии и биохимии в Московской сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева. В тот период я работал на этой кафедре старшим научным сотрудником лаборатории биохимии. В. М. Ключковский был в СССР ведущим специалистом по применению радиоактивных изотопов и излучений в сельском хозяйстве и в исследованиях с растениями и почвами. Он был консультантом Государственного комитета по атомной энергии при Совете Министров СССР, участвовал во многих других правительственных комиссиях и советах по атомной энергии. В 1958 г. именно ему поручили организовать в Челябинской области экспериментальную станцию для изучения действия радиоактивных загрязнений на растения и животных. С В. М. Ключковским у меня были дружеские отношения, незадолго до этого он рекомендовал мою научную работу по избирательной радиоавтографии для доклада на конференции ЮНЕСКО по применению радиоактивных изотопов в научных исследованиях, которая состоялась в сентябре 1957 г. в Париже. В составе делегации был и В. М. Ключковский, и мы с ним жили около двух недель в одном номере гостиницы на набережной Сены. Для меня это была первая поездка за границу и последняя до 1973 г. В 1973 г. я получил разрешение на поездку в Лондон и во время пребывания в Лондоне был лишен советского гражданства и возможности вернуться домой.

Поскольку в 1958 г. у меня уже был достаточно большой опыт работы с радиоактивными изотопами, то при подборе сотрудников для станции В. М. Ключковский предложил мне весьма привлекательную должность руководителя одной из проектируемых лабораторий. Работа на станции не требовала обязательного переезда в Челябинскую область, на зиму можно было возвращаться в Москву. Однако все, что касалось исследований в этом районе, уже относилось к первой категории секретности. Это означало, что я не мог публиковать никакие результаты, должен был дать подписку об отказе от встреч и переписки с иностранцами, от выездов за границу и т. д. Даже мои контакты с гражданами собственной страны подлежали контролю спецотделов, то есть КГБ. Такая перспектива не показалась мне заманчивой, и я отказался.

Однако несколько молодых научных сотрудников кафедры согласились на различные должности в Челябинской области. В. М. Ключковский, сохраняя в Москве кафедру и ряд других постов, принял на себя общее научное руководство работой станции и был связан с ее деятельностью до своей смерти в 1972 г.

От В. М. Ключковского в 1958 г. я и узнал некоторые подробности уральской катастрофы. Точной датой я тогда не интересовался, но профессиональные детали мне стали известны. Главная из них состояла в том, что это был взрыв хранилища концентрированных отходов от военных реакторов, которые закапывали где-то под землей. Радиоактивные продукты, накопившиеся за много лет, были выброшены на поверхность и разнесены ветром (или снежной метелью) на десятки километров. Экспериментальную станцию предполагалось разместить где-то на границе загрязненной зоны, но и там уровень радиоактивности был еще в несколько раз выше нормального. В основной зоне загрязнения не было крупных городов, но в ней оказались деревни и рабочие поселки. В связи с неожиданностью взрыва и разноса радиоактивности определение уровней загрязнения в разных местах провели с опозданием. Секретность, окружавшая все работы, замедлила принятие срочных мер. Первую масштабную эвакуацию начали через несколько дней, и только из ближайших к месту взрыва поселков. В последующем признаки лучевой болезни начали проявляться в более отдаленных местностях. Необходимые меры лечения не были тогда еще достаточно хорошо разработаны. Эвакуация затронула несколько тысяч, а может быть, и десятки тысяч человек, но число погибших от лучевой

болезни оставалось неизвестным. Установить количество человеческих жертв в подобных случаях весьма сложно, так как лучевое поражение, особенно связанное с поглощением радиоактивных стронция и цезия, может проявляться в форме лучевой болезни и различных патологий спустя много месяцев, лет или даже десятков лет. Серьезно страдает и следующее поколение, которое появляется на свет от родителей с повышенным «грузом» Sr^{90} в костях и радиационных повреждений репродуктивных клеток.

В последующие годы, уже после отъезда из Москвы и работы в Институте медицинской радиологии в Обнинске – городе, расположенном в 100 км к югу от Москвы, мне много раз приходилось слышать рассказы об уральской катастрофе и встречать людей, работавших в этой зоне. Еще задолго до заявлений профессора Л. Тумермана я знал, что на дорогах между Челябинском и Свердловском выставлены знаки радиоактивной опасности, рекомендуется проезд на максимальной скорости и запрещен выход из автомобилей. Знаки опасности выставлены вокруг всей зоны в лесах, на открытых местах и внутри самой зоны. Дома в поселках и деревнях были разрушены не взрывом (в этом случае пострадали бы и деревья), а сожжены в запретной зоне, чтобы не допустить возвращения жителей за загрязненными радиоактивностью вещами.

Несмотря на трагичность катастрофы, наличие столь обширного загрязнения среды радиоактивными продуктами в разной концентрации представляло уникальные возможности для научных исследований в области радиоэкологии, радиационной генетики, радиобиологии, радиотоксикологии и во многих других областях. В связи с общими проблемами военного и мирного использования радиоизотопов и излучений в СССР в 1958–1960 гг. существовало очень много исследовательских лабораторий, институтов и разнообразных центров, которые ставили опыты на небольших участках, в больших деревянных ящиках, в стеклянных сосудах, в маленьких отдаленных прудах, изучая в различных строго экспериментальных модельных условиях распределение радиоактивных изотопов в среде, перенос их от растений к животным, поглощение различных изотопов водорослями в прудах и многие другие вопросы радиобиологии, радиационной экологии и радиационной токсикологии. Неожиданное появление обширной естественной загрязненной радиоактивностью территории создавало для тысяч научных сотрудников совершенно новые возможности, уникальные перспективы, которых не было еще ни в одной стране.

Но секретность обстоятельств взрыва лишала всякой надежды на использование таких возможностей и перспектив. Еще с 1951 г., когда я начал экспериментальные исследования с радиоактивными изотопами (сначала по простым схемам распределения изотопов в растениях и анализируя активность синтеза белков и нуклеиновых кислот в тканях растений), стало ясно, что публикация результатов представляет огромные трудности даже при проведении работ, не имеющих никакого отношения к секретности. По обязательным для всех правилам любая статья, подготовленная к печати, должна была до отправки в журнал пройти «комиссию». В институтах или университетах и в других научных центрах существовали особые комиссии, которые составляли акт о том, что данная статья не содержит сведений секретного характера. Без такого акта никакое издательство, никакой журнал или сборник не могли принять статью для опубликования. Цензура (Главлит) общалась только с ответственными работниками издательств и с главными редакторами журналов – в цензуру статьи могли сдаваться только с актами о несекретности. Без разрешения цензуры рукопись не могла быть сдана в набор ни в одну типографию. Однако в тот период все, что касалось радиоактивных изотопов и излучений, считалось заведомо секретным. Институтские комиссии не были полномочны решать вопрос о секретности, если в научной статье были такие слова, как «облучение», «радиоактивность», «радиоактивные изотопы» и т. д. В каком контексте встречались эти термины, не имело значения. Все статьи такого рода необходимо было направлять на дополнительную проверку в какую-то особую цензуру Государственного комитета по атомной энергии. В этом комитете каждая статья подвергалась дополнительной, часто очень долгой экспертизе.

Все это относилось к научным работам, выполнявшимся в несекретных, открытых учреждениях. Секретные лаборатории, типа экспериментальной станции, созданной в зоне уральского загрязнения, не имели и таких возможностей для публикации каких-либо результатов.

В конце 1964 г., после отстранения Хрущева, эра Лысенко в биологии тоже закончилась. В 1965 г. за короткий срок были созданы десятки новых центров и лабораторий для изучения генетики, радиационной генетики, популяционной генетики, радиобиологии, биофизики и многих других теоретических направлений в биологии. Для всех этих новых центров требовалась экспериментальная база. В Свердловске был создан Институт экологии Академии наук СССР – это уже совсем рядом с радиоактивной зоной Челябинской области. В тот же период была произведена реорганизация Государственного комитета по атомной энергии, его председателя Василия Емельянова отправили на пенсию. Был изменен и порядок публикации научных статей по несекретным исследованиям, связанным с изотопами и излучениями, – их уже не требовалось отправлять в комитет, а достаточно было решения местных комиссий, сокращенных с шести до трех человек.

Для научного работника публикация результатов исследований – это принципиально важный вопрос. Только опубликованная работа создает чувство удовлетворенности. Нельзя недооценивать стремление ученых к приоритету, к известности, к определенному престижу в ученом мире, что достигается наличием опубликованных научных трудов. В новых условиях было неизбежно, что и без всяких особых решений правительства появятся возможности сотрудничества между учеными, работающими в секретной научной зоне уральской катастрофы (кроме экспериментальной станции, руководимой В. М. Клечковским, там возникло много других лабораторий и станций), и специалистами в области экологии, радиобиологии, генетики, радиотоксикологии, работающими в открытых учреждениях Уральского и Сибирского филиалов АН СССР, Московского, Новосибирского, Свердловского университетов и во многих других. Их совместные усилия обеспечили появление результатов исследований в научной прессе. Это объясняется тем, что в комиссии, решавшие судьбу публикаций в открытых научных учреждениях (в Институте общей генетики, Институте эволюционной морфологии животных, Институте леса, Институте почвоведения, на биологическом факультете Московского университета, в Институте цитологии и генетики Сибирского отделения Академии наук и др.) часто входили те ученые, которые хотели видеть свои собственные статьи и статьи своих коллег напечатанными. В список соавторов при этом включались и сотрудники секретных станций, но публикация, как правило, шла под грифом открытого академического института, а названия станций не упоминались. Требования обязательной для всех цензуры можно было удовлетворить (либо снизить бдительность цензоров) тем, что при описании методов не допустимые с точки зрения цензуры детали просто не упоминались. Например, место проведения работ, причины и общая площадь радиоактивного загрязнения и некоторые другие. В научных исследованиях существуют определенные стандарты, обязательные особенно при описании методов. Эти стандарты неуклонно соблюдаются в работах по радиоэкологии, публикуемых в США, Англии и других странах. Эти же стандарты можно видеть и в тех советских исследованиях по радиоэкологии, которые проводились на действительно экспериментально созданных модельных участках. Соблюдать эти же стандарты при описании исследований, выполненных в зоне уральской катастрофы, было невозможно – это мы увидим в следующих разделах.

Если бы мне нужно было просматривать все советские работы, связанные с радиоэкологией, радиобиологией или радиационной генетикой, то я, безусловно, запутался бы в тысячах разнообразных исследований. Мое положение было несколько проще по той причине, что я знал несколько имен ученых, которые вместе с В. М. Клечковским начали работать в Челябинской области с 1958–1959 гг. Имена этих молодых научных работников, активно печатавшихся до 1958 г. (с одним из них я опубликовал совместно две статьи в 1956–1957 гг.), после

1958 г. исчезли из научной прессы. Не удалось их найти ни в авторских индексах международных реферативных журналов типа Biological Abstracts, ни в индексах советской «Летописи журнальных статей» – основного универсального библиографического справочника советской научной литературы. Я не мог обнаружить имен моих коллег в 1959–1965 гг. – все, что они делали в своих лабораториях, хранилось, очевидно, в виде рукописных отчетов, сдаваемых в спецчасть. И вдруг с 1966–1967 гг. их имена снова стали появляться в научных журналах, но всегда в коллективе авторов, представлявших другие научные учреждения. И это только облегчило мои поиски – новые имена означали новые направления исследований. Эти новые имена в последующие годы можно было встретить в других коллективах авторов, но тематика была та же. Вот так по списку контрольных имен и можно было отсеять из массы разнообразной «радиоактивной» литературы именно то, что относилось к уральской катастрофе.

Радиоактивное загрязнение озер, водной растительности и рыб

Когда на Южном Урале сразу после успешного испытания первого экспериментального реактора стали строиться большие реакторы для производства плутония (первый такой реактор был введен в действие в 1948 г. [3]), то недалеко от индустриального комплекса в Челябинской области был создан и радиобиологический центр. По обычаям тех, еще сталинских, времен этот секретный центр не был организован как нормальное научное учреждение, а возник в недрах Министерства государственной безопасности (МГБ). Это был «специальный лагерь», где работали в основном заключенные научные работники и вывезенные из Германии специалисты. Конечно, были там и вольные сотрудники, но они трудились по особым договорам, не дававшим им права на свободное передвижение по всей стране или на смену места работы. Возглавлял исследования по радиобиологии и генетике в этом спеццентре Н. В. Тимофеев-Ресовский – один из создателей радиобиологии как науки и всемирно известный ученый. В 1926 г. он уехал из СССР в командировку в Германию на несколько лет и не вернулся. С 1926 г. работал там недалеко от Берлина. С 1926 по 1945 г. опубликовал более ста научных работ по радиационной генетике и биофизике и несколько книг, ставших классическими. После поражения Германии в войне Тимофеев-Ресовский был арестован и отправлен в СССР. Затем он исчез, и многие его европейские и американские коллеги и друзья не могли получить никаких сведений о его судьбе.

Но в уральский научный центр Тимофеев-Ресовский попал не сразу. В 1946 г. он был осужден как немецкий шпион и отправлен в обычный концлагерь в Казахстане. Когда в 1947 г. стали собирать по лагерям и тюрьмам всех, кто имел какое-нибудь отношение к физике и радиации, Тимофеев-Ресовский находился уже в больнице – он вряд ли смог бы прожить еще один или два месяца, хотя ему было тогда всего 47 лет. Поэтому его сначала привезли в Москву и только после нескольких месяцев лечения отправили на Урал, куда к этому времени привезли из Германии и его жену, также радиобиолога. Здесь он начал создавать первый в СССР серьезный исследовательский центр по радиобиологии и радиационной генетике, собрав в нем нескольких своих прежних сотрудников, тоже ранее арестованных и вывезенных из Германии (С. Царапкин и его сын Л. Царапкин, К. Г. Циммер и др.), и некоторых других научных работников, биофизиков и радиобиологов, которых можно было найти в разных лагерях и тюрьмах (Н. В. Лучник, который сейчас возглавляет отдел биофизики в Институте медицинской радиологии в Обнинске, был в 1947 г. направлен к Тимофееву-Ресовскому из тюремного лагеря в Закавказье).

Но в 1949 г. запрет на исследования по классической генетике дошел и до системы тюремных институтов. Поэтому группа Тимофеева-Ресовского переключилась на работу в области радиационной экологии. В короткий срок они разработали новые методы исследований по распределению разных радиоизотопов по лесным, полевым и другим биоценозам, по компонентам водоемов и создали теоретические основы радиационной биогеоценологии.

Общее руководство работой радиобиологического и радиологического центра осуществлял заместитель министра здравоохранения А. И. Бурназян, который одновременно имел и военное звание генерал-лейтенанта.

Когда радиобиологический центр переключился с генетики на радиоэкологию, возникла необходимость завербовать в него несколько молодых специалистов в области агрохимии и почвоведения. В 1949 г. я был студентом 4-го курса на факультете агрохимии и почвоведения Сельскохозяйственной академии в Москве, и у меня было много друзей среди выпускников – студентов, кончавших в мае 1949 г. последний, 5-й курс обучения. В СССР выпускники вузов подлежали так называемому распределению на место работы, где они обязаны были отработать

три года после получения диплома. Разумеется, выпускникам факультета агрохимии и почвоведения предлагали в первую очередь потрудиться в области сельского хозяйства. В 1949 г. при распределении случилась сенсация, значение которой я понял лишь много лет спустя. В списке предложений оказалось шесть таинственных должностей в какое-то секретное учреждение на Урале, обозначенное как почтовый ящик № ... Три места из этих шести выделило Министерство здравоохранения и два Министерство внутренних дел. На эти вакансии были приняты лучшие выпускники, и эти люди исчезли из поля зрения на много лет. Только в 1964 г. я встретил некоторых из них в группе Н. В. Тимофеева-Ресовского, когда он переехал со своими сотрудниками в обнинский Институт медицинской радиологии.

В 1956 г., после секретного доклада Хрущева о преступлениях Сталина, тюремно-лагерный научный центр, возглавляемый Тимофеевым-Ресовским, перешел на положение открытой лаборатории и под названием «Лаборатория биофизики» вошел в состав Уральского филиала Академии наук СССР. Лабораторная база находилась в Свердловске, экспериментальная – в г. Миассе Челябинской области, у озера Большое Миассово в Ильменском заповеднике. С 1956 г. сотрудники лаборатории опубликовали несколько десятков статей и сборников по исследованиям в радиационной экологии.

После уральской ядерной катастрофы было бы естественно именно этому большому и опытному коллективу начать работы по изучению радиоэкологии на загрязненной территории. Однако научный центр с персоналом из бывших заключенных, из коих не все были формально реабилитированы, не подходил для строго секретных исследований. Поэтому и была создана дополнительная, параллельная, секретная научная база по соседству – там же на Урале. Открытая Лаборатория биофизики Уральского филиала Академии наук в период с 1958-го по 1966 г. публиковала свои работы в обычных научных изданиях, другая, закрытая научная организация готовила только секретные отчеты.

Я пишу здесь о параллельном существовании этих двух научных коллективов для того, чтобы отметить существенную разницу в методических основах их работы. Когда в 1966–1967 гг. сотрудники секретных станций стали частично публиковать свои результаты, то оказалось, что они ставили перед собой те же научные проблемы. Но если сотрудники Тимофеева-Ресовского всегда точнейшим образом описывали все основные условия экспериментов, дозы радиоактивности, сроки, способы постановки экспериментов, место их проведения, климатические и прочие условия, то работникам секретных лабораторий в своих публикациях приходилось многое скрывать, о многом умалчивать, а некоторые детали искажать. Кроме того, те задачи, которые Лаборатория биофизики решала на реальных моделях (искусственные водоемы создавались в больших стеклянных сосудах, искусственные системы типа «почва – растения» – в больших ящиках), секретная группа решала совсем в иных по масштабам условиях. Группа Тимофеева-Ресовского тоже использовала естественные условия и небольшие пруды, но всегда точно указывала сроки, количество и состав вносимых в них изотопов и полный баланс радиоактивности в конце опыта. В 1958–1963 гг. лаборатория Н. В. Тимофеева-Ресовского уже изучала в биоценозах судьбу семнадцати различных радиоактивных изотопов, коротко- и долгоживущих продуктов распада урана. Материалы, которые стали публиковаться позже секретными лабораториями, были связаны с распределением в биоценозах лишь Sr^{90} и Cs^{137} – изотопов, поведение которых в различных системах было к 1967 г. уже достаточно хорошо изучено в зарубежных и советских экспериментальных исследованиях.

В 1964 г., после отставки Хрущева, генетика обрела наконец в СССР легальный статус. Нужно было срочно создавать генетические центры и лаборатории. Т. Д. Лысенко потерял всякое влияние. В этих условиях было естественным для Н. В. Тимофеева-Ресовского возобновить свою работу в области радиационной и эволюционной генетики. В 1964–1965 гг. он с наиболее близкими сотрудниками переехал из «уральской ссылки» в Обнинский научный городок, где возглавил отдел генетики в недавно созданном Институте медицинской радиоло-

гии. Я переехал в Обнинск в конце 1962 г. для создания в этом же институте Лаборатории молекулярной радиобиологии. Моя лаборатория была в 1965 г. включена в отдел генетики и радиобиологии, главой которого стал Н. В. Тимофеев-Ресовский.

В период секретности исследований в области атомной энергии обычные для научного языка термины даже в секретных отчетах было принято заменять кодовыми словами. Эта практика возникла из недоверия к секретарям-машинисткам, курьерам и тем, кто с чисто технической или финансовой стороны может быть вовлечен в те или иные исследования. Секретный жаргон Тимофеев-Ресовский сохранил и в разговорах об уральской катастрофе. Взрыв, загрязнивший обширные территории Челябинской области, он называл «плевком», а хранилище отходов «юшкой». Слово «юшка» на уральском русском диалекте (см. Словарь русского языка В. И. Даля) означает густой навар при приготовлении ухи. Поскольку уху обычно варят в металлических котелках, то под словом «юшка» Тимофеев-Ресовский подразумевал котел с густым, концентрированным и горячим раствором радиоизотопов.

В 1965 г. проблемы экологии и хранения радиоактивных отходов меня мало интересовали. Я был занят в основном вопросами о механизмах дифференцировки и старения у животных и проявлением в этих процессах радиационных соматических мутаций.

Об исследованиях Тимофеева-Ресовского в области радиационной экологии на Урале до 1958 г. я хотел упомянуть здесь еще и потому, что именно он был действительным основателем в СССР этой отрасли науки. Из тюремного института одними своими анонимными секретными отчетами в 1948–1955 гг. он оказывал влияние на работы многих других групп. Некоторые данные из своих собственных отчетов уже после выхода из тюремных условий бывшие заключенные находили потом в публикациях других, свободных, участников атомных исследований. Научные сотрудники-заключенные делали научные выводы, а генерал-лейтенант А. И. Бурназян и другие получали за эти работы награды, титулы и премии. После 1956 г. Тимофеев-Ресовский уже мог публиковать материалы под собственным именем. За короткий срок и он, и его сотрудники опубликовали несколько десятков научных статей, сборников и книг в области радиационной биоэкологии и биогеоценологии. Для примера я хочу сослаться лишь на несколько основных трудов, в которых есть и полная библиография всей этой многочисленной серии исследований [4, 5, 6, 7, 8]. Работы Е. А. Тимофеевой-Ресовской и Н. В. Тимофеева-Ресовского [7, 8] были представлены как диссертации для получения ими ученых степеней, хотя каждый из них имел к этому времени больше ста научных работ и международную известность. Тимофееву-Ресовскому было 62 года, его жене 63. Но поскольку они до ареста жили в Германии, их прежние научные заслуги не принимались во внимание при оценке научной квалификации в СССР, поэтому для формального утверждения в должностях руководителей научных коллективов им нужно было написать и защитить диссертации, соответствующие советским стандартам. Утверждение этих ученых степеней в Москве было проведено лишь в 1965 г., после отстранения Т. Д. Лысенко от руководящих постов.

Те достаточно ясные формулы, выводы и экспериментальные данные, которые были получены в строго контролируемых модельных условиях и для семнадцати разных радиоизотопов и их смесей в 1957–1963 гг., неожиданно стали темой еще одной статьи, автор которой почему-то не ссылаясь на выводы Тимофеева-Ресовского и его сотрудников, хотя их легко было найти в таких журналах, как «Доклады Академии наук СССР», «Ботанический журнал СССР», «Бюллетень Московского общества испытателей природы» и др. Я нашел ее случайно, просматривая советский журнал «Атомная энергия». Ее автор Ф. Я. Ровинский не входил в список знакомых мне имен, но упоминался в одной из работ, о которой я расскажу ниже. Название статьи Ф. Я. Ровинского [9] было чисто теоретическим, и задача исследования была теоретической. Автор представлял воображаемый круглый непроточный водоем с изогнутым дном и толстым слоем донных отложений, которые постепенно адсорбируют однократно внесенный (теоретически) в водоем радиоактивный изотоп. Поскольку в биологических компо-

нентах водоема изотоп задерживается временно, а в донных илистых отложениях постоянно, то предлагалось пренебречь биомассой и рассматривать водоем как двухкомпонентную систему. В этой двухкомпонентности и был главный принцип, позволявший вывести математическую формулу той скорости, с которой концентрация изотопа в воде будет снижаться во времени. Получалась теоретическая расчетная кривая быстрого снижения содержания изотопа вначале и постепенного приближения к равновесию (плато) примерно через год.

После получения формулы и теоретической кривой нужно было проверить ее применимость к естественным условиям. Ровинский не проводил для этого экспериментальных исследований, а получил откуда-то готовые цифры изменения радиоактивности в двух непроточных озерах, однократно загрязненных смесью радиоактивных изотопов, как короткоживущих, так и долгоживущих, из которых автор упоминает только Sr^{90} . Работа Ровинского поступила в редакцию в мае 1964 г. Учитывая сроки оформления таких работ для разрешения в печать, нужно полагать, что последние измерения активности в этих озерах были сделаны не позднее осени 1963 г., то есть до того, как озеро покрылось льдом на 5–6 месяцев, что обычно для всех озер на 90 % территории СССР. Между тем измерения активности проводились 65 месяцев, то есть были начаты где-то между 1957 и 1958 гг.

Автор нигде не приводит абсолютных цифр реальной концентрации радиоизотопов в воде, оперируя относительными цифрами и логарифмами от исходных величин первичного загрязнения. Теоретические кривые и предоставленные в распоряжение автора экспериментальные измерения радиоактивности воды в основном совпадали. Однако недоумение вызвала приводимая в статье характеристика двух озер:

«Экспериментальными водоемами являлись озера автотрофного типа площадью 11,3 км² (первый водоем) и 4,5 км² (второй водоем). Дно озер плоское, блюдцеобразной формы. Они имеют мощные иловые отложения, полностью выравнивающие первоначальный рельеф дна. Берега часто зарастают тростником... хорошие условия для развития биомассы: высокие летние температуры, хорошая освещенность толщи воды и т. д. Гидрохимический состав озерных вод приводится в табл. 1» [9. С. 380].

Судя по таблице, гидрохимический состав озер был весьма различен, что говорит о разной геологической природе донных пород. Содержание натрия в воде второго озера было в 9 раз выше, чем в первом, калия – в 5 раз, магния – в 2 раза, хлора – в 20 раз. В то же время в первом озере было значительно больше кальция. Так что вряд ли эти озера находились рядом.

Возникает естественный вопрос: зачем вообще нужны были два озера и почему столь больших размеров? Решение задачи легко было получить в искусственных условиях, по типу опытов Тимофеева-Ресовского. Можно было при желании естественных условий найти маленькие пруды (1–2 га или меньше). Но ведь два озера общей площадью больше 15 км² и с хорошей биомассой являются громадной ценностью для промышленного рыболовства, возле них обязательно есть деревни или поселки. Зачем же загрязнять их смесью изотопов?

Озера такого большого размера обозначены на учебных картах СССР масштаба 1:4 000 000, где 1 см соответствует 40 км. Самая богатая озерами область СССР – Карельская, но это север, а там нет «высоких летних температур». Среди десятков областей континентальной части России больше всего озер всех типов (проточных и непроточных) в Челябинской области: на моей карте указанного выше масштаба их около пятидесяти, и немало среди них как раз такого размера. Л. Тумерман, со слов уральских жителей, назвал г. Кыштым ближайшим к месту катастрофы, дорога, по которой они проезжали, находится в 40–50 км к востоку от Кыштыма, и вся эта территория буквально усыпана озерами проточного и непроточного типа, и несколько озер как раз подходят по площади.

Но это только мои догадки. Хотя размеры «экспериментальных» озер являются географически значимыми и такие озера имеют названия и упоминаются в основных справочниках

по озерам мира, ни названий, ни географического положения тех озер Ф. Я. Ровинский не приводит. Не приводит он, как было отмечено, и реальной концентрации радиоактивности в воде. Весьма маловероятно, что эти озера, содержащие около 10^{11} л воды, загрязнялись для каких-либо опытов, да и Ровинский сам получил данные по изменению радиоактивности в готовом виде через пять лет. Даже для получения «индикаторных» экспериментальных доз стронция в воде в два озера такого размера нужно было бы внести не меньше 5 000 кюри Sr^{90} – это активность промышленного, а не экспериментального порядка. Любое озеро, возле которого расположен реактор или завод по переработке продуктов реактора, может быть загрязнено до таких пределов однократно случайным аварийным сбросом. Но в «опыте» было два изолированных озера, лежащих на разных геологических породах. При этом они были загрязнены одновременно. Как могла возникнуть такая ситуация? Пока остаются только вопросы и недоумение. Единственное, о чем из этой работы можно сделать определенный вывод, это то, что загрязнение озер смесью радиоизотопов произошло либо в 1957-м, либо в 1958 г.

Как видно из графика (рис. 1), воспроизводимого здесь из статьи Ровинского, теоретическая и экспериментальная кривые не совпадали лишь в течение первых 12–13 месяцев, а потом были идентичными.

Ровинский (9) (Rovinsky, 1965) Sr-90 in non-running lakes

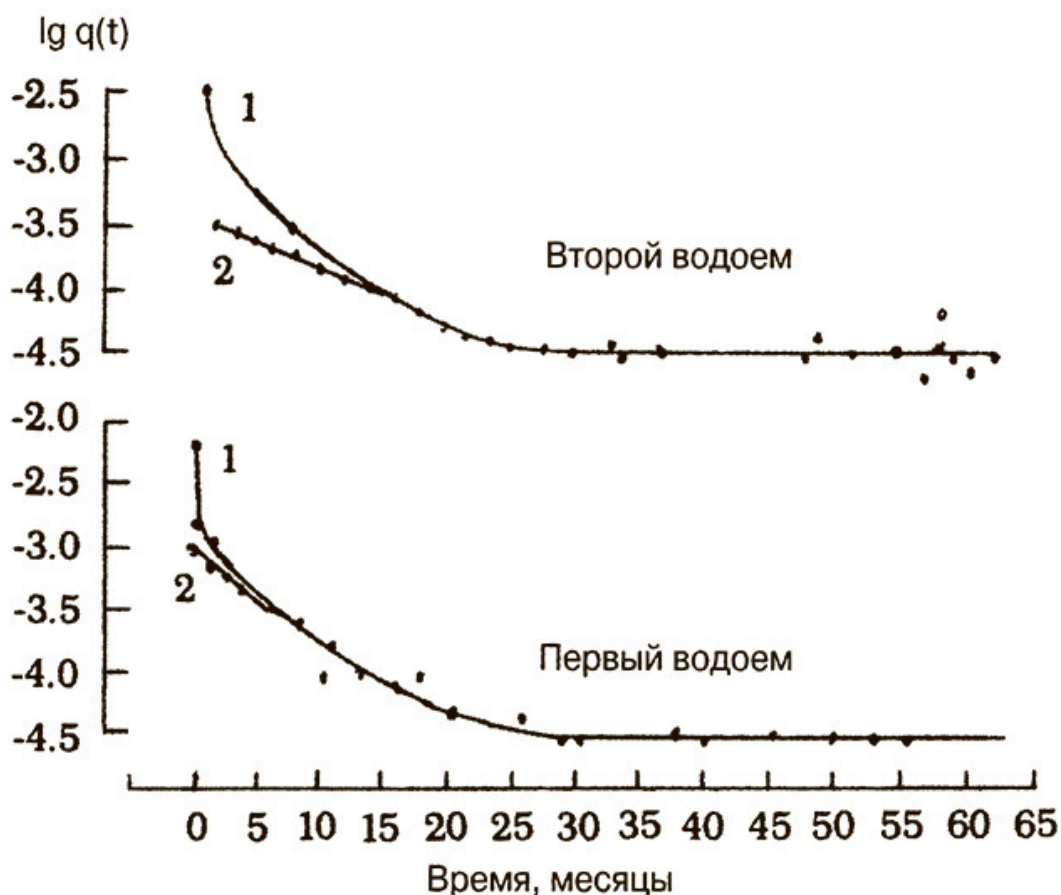


Рис. 1. Сопоставление фактического (○) изменения (1) концентрации изотопов в воде и расчетной (—) кривой (2) изменения концентрации Sr^{90} в воде экспериментальных водоемов Sr^{90} в непроточных озерах [9].

Теоретические кривые, рассчитанные Ровинским, были сделаны для возможной судьбы стронция-90 в будущем. В реальных озерах, как объясняет сам автор, в течение первых двух лет учитывалась общая радиоактивность смеси радиоизотопов (состав смеси не приводится). Вполне очевидно, что в первые 12 месяцев в озерах в составе радиоактивного загрязнения было не меньше 40 % короткоживущих радиоизотопов, которые исчезли к сроку совпадения теоретической и экспериментальной кривых. Смесь радиоактивных изотопов, в которой 60 % приходится на долгоживущие продукты распада урана (в основном стронций), характерна для реакторных отходов после определенного срока хранения или для смеси старых и свежих отходов (с преобладанием старых). Но как и чем реально были загрязнены в 1957-м или 1958 г. эти озера, автор не упоминает. И высказанное выше соображение может пока служить для нас лишь гипотезой.

Озера, упоминаемые в статье Ровинского, содержали много кислорода и были богаты биомассой. Вне всякого сомнения, в этих озерах водилась и рыба – в Сибири и на Урале даже небольшие озера являются объектом промышленной добычи рыбы, а в Европейской части СССР рыбу разводят и в прудах. Поэтому было бы вполне естественным, если бы для серьезного изучения радиоэкологии рыб (их пищевых цепей) и водных растений (концентрирование разных изотопов из воды) два озера непроточного типа, упоминаемые в статье Ровинского, являлись объектами хозяйственного использования, и это создавало уникальные возможности. В небольших искусственных водоемах, служивших базой для работ группы Тимофеева-Ресовского, все эти проблемы радиоэкологии рыб было трудно изучать, у Ровинского же был большой географический водный радиоактивный биоценоз.

Между тем наиболее крупномасштабные в СССР исследования некоторых проблем радиационной экологии рыб и водных растений в условиях естественной среды были проведены в 1969–1970 гг. на значительно менее удобном для этих целей озере проточного типа. Ни название этого озера, ни его географическое положение в опубликованных статьях также не указываются.

Ключевые исследования, анализ которых рождает много интересных вопросов, были опубликованы в двух статьях А. И. Ильенко [10, 11], а также в его книге [12], обобщающей работы автора не только по озерной биоэкологии, но и по зооэкологии в районах, несомненно находившихся рядом с изучавшимся озером (это видно по одновременным срокам взятия проб воды, вылова рыб и отлова и отстрела животных и птиц).

В 1969 г. А. И. Ильенко опубликовал большой обзор «Радиоэкология пресноводных рыб» [13] (сдан в печать в начале 1968 г.), но в этом обзоре еще нет никаких данных о собственных исследованиях, выполненных на озере, назовем его «Х», которые мы обсудим ниже. Следует полагать, что этот обзор стал результатом методической и теоретической подготовки перед началом основных экспериментов. Первая, очень краткая статья по изучению озера «Х» была опубликована уже в 1970 г. [10]. Название статьи «Накопление стронция-90 и цезия-137 пресноводными рыбами» и краткое описание методики говорит о том, что изучавшееся озеро (рыбы отлавливались летом 1969 г.) было загрязнено стронцием и цезием. Поскольку статья опубликована в разделе «Краткие сообщения», то в ней не следовало ожидать детального описания методов. Однако даже в столь кратком сообщении появились следующие количественные данные: концентрация Sr^{90} в воде озера «Х» составляла 0,2 мккюри на литр; концентрация Cs^{137} в воде – 0,025 мккюри на литр; в озере обитало лишь четыре вида рыб – плотва (*Rutilus rutilus* L.), язь (*Leuciscus idus* L.), окунь (*Perca fluviatilis* L.), щука (*Esox lucius* L.).

Для изучения концентрации радиоизотопов вылавливались только плотва и щука (щука питается плотвой). Цезий находится в основном в мышцах, стронций – в костях. Всего для анализа на содержание Cs^{137} и Sr^{90} было выловлено летом 1969 г. 44 плотвы и 32 щуки.

Прежде всего следует обратить внимание на то, что концентрация стронция, которая в 10 раз превышала концентрацию цезия, была также выше предельно допустимых доз стронция в воде, пригодной для питья или рыбного промысла по принятым в СССР стандартам [14]. По санитарным нормам, принятым в СССР и вошедшим во все основные руководства и в «Медицинскую энциклопедию» (1968), предельно допустимые концентрации стронция-90 в воде открытых водоемов и источников водоснабжения не должны превышать $3 \cdot 10^{-11}$ кюри на литр, то есть они почти в 5 000 раз ниже тех, что были в изучавшемся озере. В экспериментальных водоемах, безусловно, можно эту дозу увеличить, но 0,2 мккюри на литр – это намного больше, чем необходимо только для экспериментальных целей.

Из статей А. И. Ильенко [13] и Г. М. Пархоменко [14] следует, что еще в 1960–1961 гг. Ильенко экспериментально изучал распределение Sr^{90} и Cs^{137} у рыб, обитавших в водоеме, загрязненном этими изотопами. В этом случае автор имел вдвое меньшую концентрацию стронция, но почти в четыре раза большую концентрацию цезия. Но то был экспериментальный водоем, в который был добавлен и радиоактивный фосфор. В опытах других авторов для экспериментальных целей применяются намного меньшие концентрации.

Однако в работе, опубликованной Ильенко в 1970 г., нет никаких данных, позволяющих судить о размерах озера. Вылов 32 щук и 44 штук плотвы не является достаточно надежным индикатором. На Урале (в Челябинской, Свердловской и других областях) имеется 5 тыс. км² различных водоемов, которые используются для промышленного лова рыбы, и средняя промысловая продуктивность уральских озер равна 16–25 кг рыбы на гектар. Но щуки обычно составляют от 2 до 6 % улова [15]. У Ильенко щуки были по 3–6 кг, плотва – мелкая рыба. По грубым подсчетам, он за лето выловил около 150 кг щук. Для целей экологических исследований вылов не может быть выше промышленного, поэтому предварительно можно допустить, что озеро, упоминаемое в статье, было площадью не меньше 100 га, но его реальные размеры могли быть и значительно больше.

Через два года Ильенко опубликовал более обстоятельную работу [11] по исследованиям в этом же районе и того же озера. По поводу местоположения объекта нет никаких сомнений, так как в ней есть ссылка на работу 1970 г. как на предварительное сообщение об одном и том же исследовании. Однако в этой более подробной работе изучалось распределение по пищевым цепям только Cs^{137} , но не Sr^{90} . Из книги Ильенко, опубликованной позже [12], очевидно, что стронций в последующих опытах в этом озере уже не изучался, только цезий. Причины такой избирательности не ясны и научно не обоснованы, так как оба изотопа имеют и в составе растений, и в рыбах совершенно разную локализацию и разный тип обмена. Странным является и то, что Ильенко ни в новой статье, ни в книге не упоминает вообще, что в этом озере кроме цезия был в воде и радиоактивный стронций. Все изложено так, будто Cs^{137} был единственным радиоактивным изотопом.

Раздела «Методика» в статье нет совсем, а характеристика озера и объяснение того, как попал в него радиоактивный цезий, представляют собой очевидную, хотя, по-видимому, и вынужденную фальсификацию. (К сожалению, с фактами явных фальсификаций нам придется встретиться еще много раз.) Рыбы (щука и плотва) отлавливались с июня 1969 г. по декабрь 1970-го. (Предварительное сообщение 1970 г. касается вылова только летом 1969 г.) Во введении [11. С. 174] автор указывает, что озеро было непроточным и что концентрация цезия в нем колебалась по сезонам в результате искусственно изменяемого содержания. Как это понимать, не ясно, но, по-видимому, следует предполагать, что Cs^{137} добавляли извне именно в 1969 и 1970 гг. (о вариациях концентрации цезия в сообщении 1970 г. ничего не сказано). Характер вариаций цезия в воде, а также в теле плотвы и щуки приведен Ильенко в виде графика, который мы здесь воспроизводим (рис. 2).

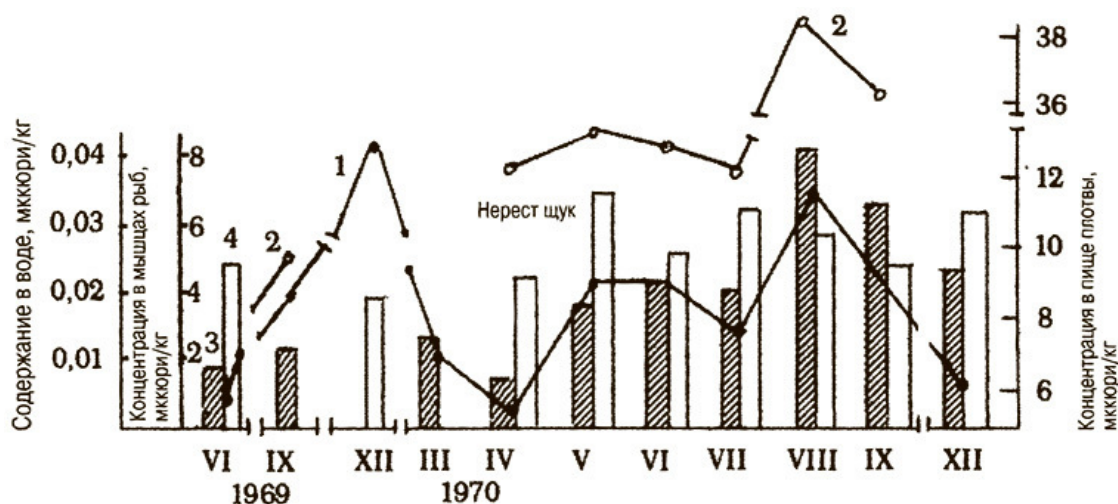


Рис. 2. Содержание Cs^{137} в воде водоема (1) и его концентрация в пище плотвы (2) и мышцах плотвы (3) и щуки (4) [11].

На графике видно, что концентрация Cs^{137} менялась в воде озера практически каждый месяц. За период с июня по сентябрь 1969 г. концентрация цезия равномерно росла с 0,005 до 0,02 мккюри/л, то есть увеличилась в 4 раза. Если верить введению, это было связано с постоянным внесением цезия в озеро. Однако осенью концентрация продолжала расти и достигла максимума в декабре (0,04 мккюри/л). Непонятно, зачем нужно было увеличивать содержание изотопа к зиме, когда озера замерзают и практически замирает биологическая активность рыб. К весне (апрель) концентрация цезия в воде озера резко снизилась (в 8 раз), но увеличилась в мае, затем упала немного в июле 1970 г. и снова возросла вдвое (до 0,04 мккюри/л) в августе, но к декабрю снизилась до 0,01. Такие резкие колебания, если бы они были экспериментальными, не поддаются никаким логическим объяснениям, а для непроточного озера они вообще невозможны. Озеро, как видим, было достаточно крупным (несколько квадратных километров). В таком озере можно повысить концентрацию изотопа внесением извне, но, судя по формулам Ровинского [9], неожиданного резкого снижения в 8 раз за 2–3 месяца весной 1970 г. в непроточном озере не могло произойти. Даже если допустить, что это произошло за счет биомассы (что сомнительно для особенно резкого снижения в декабре – марте, когда озеро покрыто льдом и температура воды 3–4 °С), то снижение к декабрю 1970 г. тоже никак нельзя объяснить ростом биологического связывания. Цезий мог исчезать в таких количествах из озера только в результате обновления воды, типичного для проточного озера. Безусловно, существовал внешний мощный источник загрязнения озера Cs^{137} (и соответственно стронцием), действие которого не было регулярным, а зависело, по-видимому, от климатических факторов (осадков, стока грунтовых вод и т. д.). Имел место и процесс обновления воды, то есть озеро было проточным, о чем Ильенко не мог сказать. Ведь если есть проточность (это относится и к Sr^{90}), то возникает вопрос: куда? Сток из проточных озер северной части Челябинской области (район Кыштыма) и из Свердловской области идет через систему небольших рек в мощную Обь и в арктические моря. Сток из южной части Челябинской области и из других мест на Южном Урале идет в Каспийское море. В обоих случаях по путям стока протяженностью в тысячи километров происходит биологическое и химическое связывание стронция и цезия. Сообщать об этом виде загрязнения радиоактивностью рек большой протяженности нельзя по цензурным причинам.

Ответить на вопрос, куда делся стронций, тоже нетрудно. Первую работу Ильенко сделал быстро, летом 1969 г. Были взяты пробы воды, определена ее активность (0,2 мккюри/

л для Sr^{90} и 0,025 для Cs^{137}). Потом два-три месяца шел вылов рыб и определение концентрации стронция в костях и цезия в мышцах. Результаты были быстро обработаны в Москве (А. Ильенко работает в Институте эволюционной морфологии и экологии животных Академии наук СССР), сданы в журнал и опубликованы уже к середине 1970 г. С сентября по декабрь 1970 г. не было вылова рыб, а в декабре (более сложный подледный лов) были пойманы только щуки (очевидно, несколько штук).

В декабре 1970 г. группа, продолжавшая работу (по объему измерений и технических операций она требует большого коллектива сотрудников, Ильенко, безусловно, был только руководителем), обнаружила резкий подъем концентрации цезия (и, конечно, стронция), но вылов рыб не носил систематический характер, и к анализу биомассы приступили только с лета 1970 г., когда первая статья уже была опубликована. Весной начался резкий спад концентрации изотопов. (Уровень протока весной всегда растет за счет таяния снега.) Но ведь озеро уже было названо непроточным, а для непроточных озер Ровинский уже раньше доказал иную динамику концентрации стронция во времени. Да и по одному только цезию очевидно, что озеро было проточным, а динамика стронция не могла совпадать с динамикой цезия – разное поведение этих изотопов давно известно. Это опровергало искусственный характер загрязнения. Если дать кривые по двум изотопам в одной работе, то это ясно покажет, что никакого «периодического искусственно сменяемого содержания цезия» не могло быть. Стронцием пришлось пожертвовать ради возможности публикации, в паре эти изотопы слишком усложняли картину, да и распределение их по компонентам водоемов очень разное и уже достаточно хорошо изучено в модельных опытах. Содержание стронция в таком озере постепенно снижалось бы в течение двух лет.

О размерах озера автор не приводит никаких данных, но о них можно судить по количеству выловленных щук. Щуки – хищники, поэтому их количество лимитируется наличием тех рыб, которыми они питаются. В условиях исследуемого озера щуки питались исключительно плотвой, и вообще в озере было только четыре вида рыб, из которых три – хищники.

В озерах Урала и Сибири чаще всего видовой состав рыб более разнообразный [15], но есть и озера бедные, в которых преобладают как раз плотва, окуни и щуки. А. И. Ильенко изучал в течение двух лет пищевые цепочки между растительным и животным миром озера и внутри рыбного биоценоза. При таких исследованиях вылов щук не должен был нарушать нормальный баланс между хищниками и их пищей, то есть общее стадо щук в озере не должно подвергаться существенным изменениям. Всего за два года наблюдений А. И. Ильенко выловил более 100 щук весом 3–5 кг и несколько щук весом 10–15 кг. Наличие в уловах столь крупных щук свидетельствует о том, что озеро не было объектом промыслового использования в течение многих лет и это позволило части щук достигнуть таких размеров. Таким образом, общий вес щук, выловленных Ильенко, составляет около 400–450 кг. В сборнике «Биологическая продуктивность водоемов Сибири» (1969), из которого мы уже упоминали одну статью по Уралу [15], приводится состав рыбы в озерах разного типа. В водоемах Свердловской и Челябинской областей действительно преобладают озера, в которых доминируют только плотва, окунь и щука. Озера, расположенные южнее, имеют более богатую растительность и более сложный видовой состав рыб, иногда до 36 разных видов (чир, рипус, сиг, лещ, сазан, судак и др.). Продуктивность озер с богатым составом рыб выше, чем с бедным. Продуктивность зависит и от глубины озера, которой мы в данном случае не знаем. Во многих водоемах продуктивность составляет всего 10 кг на гектар, в проточных озерах – от 16 до 25 кг на гектар. В уловах (и в балансе озера бедного типа, где обитают лишь 3–4 вида, таким было озеро в опытах Ильенко) удельный вес плотвы составляет 80–83 %, окуня – 3–10, щуки – 2–6 %. Если для щук взять среднее значение 4 %, то для обычного бедного озера это составляет только около 1 кг на гектар. Ильенко в 1970 г. выловил более 300 кг щук, что говорит об озере, размер которого не меньше 300 га, то есть не меньше 3 км². Но при популяционных исследованиях и ана-

лизе пищевых цепочек должен применяться еще более осторожный подход, чем при промышленном использовании озер. Нужно быть полностью уверенным, что вылов ста щук ни в коей мере не нарушил баланса в озере (плотва вылавливалась в меньшем количестве по отношению к ее запасам в озерах). Эколог работает, не меняя равновесия, поэтому Ильенко должен был быть уверен, что 100 щук – это не больше 5—10 % их популяции. Но стадо в 1 000—2 000 щук в озерах бедного типа может быть лишь при размерах озера около 10 км². Таким образом, как и в случае «экспериментальных» озер в работе Ровинского, опыты Ильенко велись в озере, представлявшем собой географическую единицу, а не маленький водоем. Выше мы рассчитали только возможный минимальный его размер.

Что касается **количества радиоизотопов в озере**, то если предположить, что озеро было мелководным (как большинство озер Урала), тогда увеличение концентрации Cs¹³⁷ с 0,01 до 0,08 мккюри на литр с сентября по декабрь 1969 г. требует для озера такого размера попадания около 5 000 кюри. Для двух других повышений в 1970 г. тоже нужно внести около 5 000 кюри. Но ведь концентрация Sr⁹⁰

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.