ISSN 0233-3619

ЭНЕРГИЯ
ENERGY

ЭКОНОМИКА · ТЕХНИКА · ЭКОЛОГИЯ

3'90

Предупреждаем Минздрав СССР...

стр. 9

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ИЛЛЮСТРИРОВАННЫЙ ЖУРНАЛ ПРЕЗИДИУМА АН СССР

Издается с января 1984 г. «Наука», Москва

3'90

ЭНЕРГИЯ ENERGY

ЭКОНОМИКА · ТЕХНИКА · ЭКОЛОГИЯ

2 **Б. Б. ПРОХОРОВ**
Экологическая программа — возможны варианты

5 **ЖДЕТ ЛИ АМУР УЧАСТЬ ВОЛГИ!**
(беседа Евгения Гольцмана с народным депутатом СССР В. М. Десятовым)

9 **О. А. ХОПЕРСКАЯ, М. Е. БОГДАНОВ**
Что случилось с осетрами

14 **Жорес МЕДВЕДЕВ**
Ядерная катастрофа на Урале

19 **ИТОГИ ИЗУЧЕНИЯ И ОПЫТ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИЙНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ ПРОДУКТАМИ ДЕЛЕНИЯ УРАНА**

25 **Владислав ЛАРИН**
«Автоматизация-89»

28 **МИРЭК: СМЕНА ПРИОРИТЕТОВ**
(беседа Ю. А. Медведева с доктором экономических наук А. А. Бесчинским)

32 **Г. А. ОСИПОВ**
Экономика с точки зрения электротехники

38 **Н. С. БУРЕНИН, Б. Б. ГОРОШКО, В. Д. НИКОЛАЕВ**
Атмосферные выбросы: угроза в цифрах

42 **Е. Б. ПОПОВ**
Лысенковщина — пустоцвет, но сложного строения

45 **Ярослав ГОВОРКА**
Дорога к долголетию

48 **С. Н. ГОЛУБЧИКОВ**
Форум европейских «зеленых»

51 **ВЗЛЕТИТ ЛИ КОЛЕСО ЮНИЦКОГО! (письма читателей)**

52 **Я. В. ШЕВЕЛЕВ**
Как остановить колесо Юницкого?

54 **Л. В. ПОГОРЕЛЫЙ**
С главным тезисом не согласен

56 **ЭНЕРГИННЕСС**

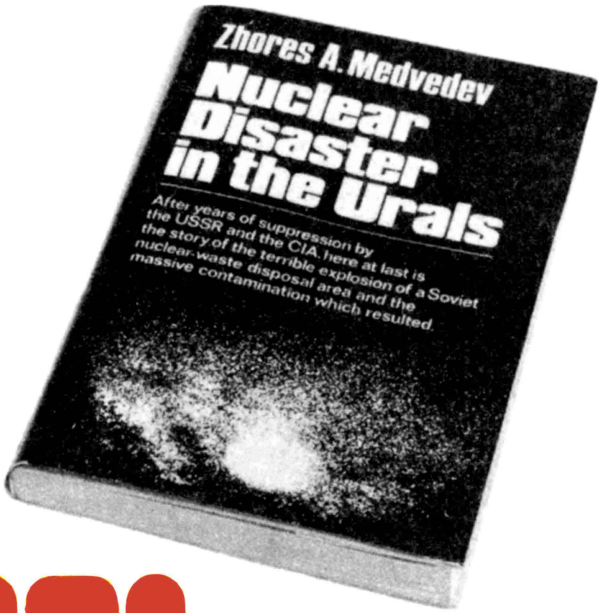
58 **ГИПЕРБОЛОИД**

59 **Р. ПОДОЛЬНЫЙ**
Печальная история (фантастический рассказ)

Информация. По данным Госкомстата (8) • Засуха на «полюсе влажности» (54) • Сколько на Земле нетронутой природы? (55)

© Издательство «Наука» «Энергия: экономика, техника, экология» 1990

Мы завершаем публикацию отрывков из книг, посвященных ядерной катастрофе на Урале



ЯДЕРНАЯ КАТАСТРОФА НА УРАЛЕ

Жорес МЕДВЕДЕВ

МЛЕКОПИТАЮЩИЕ В ЗОНЕ УРАЛЬСКОГО РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Первая работа, на которую я хотел бы обратить внимание, выделив ее из общего потока советской научной литературы по радиационной экологии, была опубликована в 1967 г. Авторы приводят данные по сезонным и возрастным изменениям накопления стронция-90 у одного только вида полевых мышей — темной полевки, обитавшей в естественных условиях на участках, загрязненных стронцием-90 в дозах от 1,8 до 3,4 милликюри на квадратный метр...

Ильенко и Романов не дают никаких сведений о том, где именно проводилось исследование, а взятый ими объект исследования — темная полевка — водится почти на всей территории СССР.

Важно отметить однако сообщение авторов о том, что их наблюдения проводились в 1964—65 гг...

Окончание. Начало см. в №№ 1, 2 за 1990 г.

В другой статье Ильенко дал схему участка, на котором производился отлов мышей и распределение на участке зон с разной активностью (от 1,8 до 3,4 милликюри на $м^2$) загрязнения почвы. Весьма хаотическое мозаично-причудливое распределение зон с разной активностью с очевидностью свидетельствует о том, что разнос активности по данной территории происходил случайно, а не по какой-либо экспериментальной схеме. Размер участка был равен одному гектару, но не указывается дата происшедшего загрязнения (а только факт, что мыши уже давно жили в этой радиоактивной среде)...

Странным является одно методическое обстоятельство — отсутствие данных об активности загрязнения почвы на определенную глубину. Стронций-90 при поверхностном внесении прочно фиксируется самыми верхними слоями почвы. Поэтому и способ внесения и глубина загрязнения являются важными экологическими факторами...

В этих первых работах участок в один гектар, на котором производились наблюдения, был отгорожен забором от остальной территории, так как динамика накопления стронция у мышей определялась в периодически отрезаемых у мышей кусочках хвоста, после чего мыши снова отпускались. Таким образом, каждая мышь из общего числа около 300 была под наблюдением в течение двух лет и можно было вести учет их смертности и ее связи с накоплением стронция-90 в скелете. Схема опыта требовала изолированной территории, но если бы на этой ограниченной территории внесение изотопа было бы действительно экспериментальным, то любой экспериментатор, следуя правилам полевых опытов, разбил бы всю территорию на ряд одинаковых по размеру изолированных квадратов с разной активностью. Создавать хаотическое расположение загрязненных зон и с активностью в сравнительно близких пределах (1,8—3,4 милликюри) при проведении запланированной работы было нелепо и такое распределение изотопа могло быть оправдано лишь тем, что эта территория была уже загрязненной до начала исследований...

В 1969 г. Соколов и Ильенко опубликовали обзор, в котором приводятся и их собственные ранее не публиковавшиеся экспериментальные данные не только по стронцию-90, но и по цезию-137. Эти экспериментальные данные приведены, однако без указания на методику опытов и без ссылок на какие-либо ранее опубликованные работы, где можно было бы найти и методику...

Впервые в этой статье появляется территория, загрязненная цезием-137, и на участках с тремя уровнями цезия-137 определено содержание этого изотопа у шести разных видов мышей...

Уровень загрязнения участков цезием-137 измерялся уже не в милликюри, а в микрокюри, то есть был примерно в 500 раз ниже максимального загрязнения стронцием-90. Была ли это одна и та же территория, где имелся и стронций, или другая, неясно. Проводить раздельное определение радиоактивности стронция и цезия очень легко, так как оба изотопа имеют разный тип радиоактивности (бета-и гамма-излучение). О том, что загрязнение цезием также не было экспериментальным, можно догадываться по слишком близким уровням загрязнения на разных участках. При планировании опытов заранее различие условий было бы безусловно сильнее.

При первичных процессах распада урана в ядерных реакторах (а также при атомных взрывах) образование стронция и цезия не различается столь существенно. Поэтому при загрязнении территории от случайных локальных выпадений, связанных с испытаниями атомного оружия, или при промышленных загрязнениях свежими отходами реактора содержание в почве стронция-90 и цезия-137 не могло бы различаться в 300—500 раз.

Цезий является аналогом калия, и этот изотоп (Cs_{137}) менее прочно фиксируется в биомассе (и, по-видимому, в почвах). Поэтому можно было бы ожидать снижения отношений цезий/стронций на загрязненной территории во времени. Но не очень быстро. Однако при обработке отходов перед их «захоронением» цезий-137 часто выделяется, так как он имеет гамма-излучение и поэтому может быть практически использован в радиологической аппаратуре... Если в индустриальных атомных центрах используются процессы выделения не только плутония и урана, но и цезия, то «хоронимые» отходы должны содержать намного больше стронция, чем

цезия. То, что и в озере Х, и в почве отношение стронций/цезий варьировало от 10 до 300, может быть истолковано лишь в пользу того, что загрязнение было связано именно с выбросом отходов от разных циклов производства продуктов атомной промышленности...

По цезию-137 годом позже А. И. Ильенко в соавторстве с Е. А. Федоровым публикует отдельную статью. Методического раздела в этой статье опять нет, но авторы признают во введении, что цезий был не единственным радиоактивным изотопом на загрязненной территории...

Плотность загрязнения участков по цезию равнялась 4—8 микрокюри на м^2. Плотность загрязнения другими изотопами, однако, не указана. Целью работы являлось изучение пищевых цепей и концентрирования цезия-137 в телах 22 видов животных. Работа проводилась с еще большим размахом, чем все предыдущие, и кроме мелких млекопитающих отстреливались и крупные, такие, как косуля и редкие пушные звери, колонок, а также несколько видов птиц. По животному составу легко установить, что работа проводилась либо в Западной Сибири, либо на Урале, так как некоторые виды в Европейской части СССР не встречаются.

Однако главный индикатор территориальных размеров — это безусловно косуля. Наблюдения велись два года, и нужно было иметь уверенность, что все животные мигрируют в пределах радиоактивной территории. Отстрел пяти косуль свидетельствует о том, что на данной территории было, по меньшей мере, стадо в 30—40 косуль. Пищевой ареал одной косули летом не менее 40—80 гектаров, а зимой, когда толстый слой снега затрудняет питание и животные в основном объедают лишайники с деревьев, косули мигрируют на много километров. Очевидно, что общая территория, загрязненная цезием, уже измеряется тысячами гектаров.

В том же году (1970) А. И. Ильенко публикует более обстоятельную статью, из которой уже совершенно очевидно, что и те участки, которые изучались в 1967—69 гг. по распределению стронция, и те районы, которые упоминаются в предыдущих статьях как загрязненные цезием-137 , представляют собой общую территорию...

Во введении автор ясно говорит о том, что территория была загрязнена стронцием и цезием. Судя по цифрам, определение цезия и стронция часто велось независимо, иногда больше животных забивалось для определения цезия, иногда для определения стронция. Поэтому не исключено, что общее количество косуль, отстрелянных для анализов, было 16.

Таким образом, из сопоставления этих данных очевидно, что территория достаточно большая для нормального обитания нескольких тысяч животных разных видов, среди которых было большое стадо косуль (отстрел 16 животных без нарушения баланса), была загрязнена стронцием (от 0,6 до 2,5 милликюри на м^2) и цезием (уровень загрязнения в 500—600 раз ниже). По критическому виду (косули) можно допустить возможный размер территории в 50—100 км^2. Чтобы получить тот уровень стронция, который указан в этих работах, нужно распределить по территории около 500 000 кюри. При учете стронция в растениях цифра поднимается до миллиона кюри — это безусловно индустриальные величины, а не экспериментальные. Ни одному экспериментатору ни в одной стране мира не позволят загрязнять стронцием десятки квадратных километров в концентрациях, превышающих «индикаторные» и вызывающих множество морфологических изменений, повышенную смертность животных и ряд других последствий... Остается необъясненным, для чего при «опытах» создавалась слишком большая разница в дозировках загрязнения по стронцию и цезию...

Авторы утверждают, что загрязнение было проведено другой группой исследователей, занимавшихся дозиметрией. Однако знакомство с работой, на которую дается ссылка, вызывает большое сомнение в том, что Ильенко и Федоров видели, что именно было опубликовано в этой работе. По-видимому, они ознакомились с ней по случайному реферату или еще каким-либо непрямым способом. Дело в том, что ссылка на статью дается как на иностранную публикацию и название статьи дается по-английски. Между тем статья Корсакова, Попылко и Терновского опубликована в Вене, но на русском языке. Авторы статьи являются сотрудниками Института атомной энергии им. И. В. Курчатова в Москве. Их работа, если верить всем их описаниям, была действительно экспериментальной и состояла в индикаторном загрязнении территории смесью радиоактивных продуктов из реактора, «выдержанных после окончания облуче-

ния в реакторе в течение 200—350 дней». То есть это были реакторные отходы после почти года хранения. Среди радиоактивных изотопов были и цезий-137, и стронций-90, и ряд других.

Эти радиоактивные вещества распылялись над достаточно большой территорией (включавшей и деревни с населением и сельскохозяйственным производством), но при плотности загрязнения в 1 кюри на км^2. В этом случае на 1 м^2 приходится 1 микрокюри смеси изотопов. В какой части СССР проводилась эта работа, не указано. Но ведь у Ильенко и Федорова только по цезию активность была в 4—8 раз выше, а по стронцию в 1000—2500 раз выше, чем указано в докладе Корсакова для международного симпозиума. Поскольку в работах Ильенко и Федорова проводились затем детальные анализы активности органов и тканей, то нет оснований сомневаться в приводимых ими высоких уровнях загрязнения. Следовательно, либо их территория не имела ничего общего с территорией, загрязнявшейся «экспериментально» группой Корсакова, либо Корсаков с сотрудниками фальсифицировали реальные данные загрязнения, чтобы придать своей работе «экспериментальный» характер...

ЧЕЛЯБИНСКАЯ ОБЛАСТЬ УРАЛА — ЗОНА РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ, ОСЕНЬ — ЗИМА 1957 г.— ВРЕМЯ УРАЛЬСКОЙ КАТАСТРОФЫ

В предыдущих разделах я говорил об Урале как о месте всех этих исследований, главным образом по косвенным показателям. Прежде всего состав видов животных типичен для районов Среднего и Южного Урала и Западной Сибири. Это же относится и к видовому составу растений. Южный Урал имеет мало осадков, и это отражается на растительности и почвах. Однако по ареалам распределения разных видов растений и животных можно определить только примерную географическую зону, а не более точную локализацию. В отличие от норм, принятых практически во всех иностранных публикациях по радиоэкологии, ни в одной из ранее упоминавшихся работ и во всех других, которых мы еще коснемся, кроме одной, географическое положение исследуемых районов не указывается. Между тем экологические принципы обязательно требуют этого. От района географической локализации, климата и т. п. факторов зависят и многие биологические показатели. Стронций-90 и цезий-137 совсем по-разному поглощаются растениями и животными в разных географических условиях, на этот процесс влияет уровень осадков, тип почв, состав почв, температура, продолжительность зимы и многое другое. Отсутствие этих данных снижает ценность исследований, но, по-видимому, местоположение загрязненных участков нельзя было давать по цензурным причинам.

Однако, не сообщив место проведения исследований даже в своей книге, Ильенко с группой сотрудников в сравнительно недавней публикации указал, наконец, ту область Урала, где производился отлов животных. Очевидно, это был случайный недосмотр и авторов, и цензуры.

На этот раз задачей опыта было определение возможной адаптации нескольких видов мышей (все те же виды, как и раньше) к радиоактивному облучению в результате их длительного обитания в загрязненном стронцием-90 биоценозе... Вопрос, поставленный Ильенко и его сотрудниками, заключался в том — не происходит ли при обитании в радиоактивной среде отбора более радиоустойчивых линий мышей.

Для решения проблемы мыши, отлавливаемые на радиоактивных участках и на «чистых», подвергались дополнительному внешнему облучению разными дозами. Ожидалось, что популяции мышей, прошедшие через много поколений и жившие много лет в радиоактивной среде, будут менее чувствительны.

При такой работе обязательно указание на то, сколько же лет жили мышиные популяции в радиоактивном биоценозе?

В данном случае мыши разных видов отлавливались с нескольких контрольных «чистых» участков и с участков, загрязненных стронцием-90 (уровень 1,2 и 0,2 милликюри на м^2). Эти уровни уже иные, чем раньше, но и работа велась несколько лет спустя, поэтому активности могли измениться (дозы 1,8—3,4 милликюри на м^2 были определены для опытов 1964—65 гг.). В новой работе сказано: «Осенью 1970 и 1971 гг. были проведены специальные исследования на группах красных полевок и лесных мышей, выловленных из популяций грызунов, проживавших в течение 14 лет на участках, искусственно загрязненных стронци-

ем-90...» Авторы пишут, что 14 лет относятся к началу их исследований, то есть к осени 1970 г. Следовательно, загрязнение произошло осенью 1957 г.

Вылов мышей проводился «в Подмосковье и в Челябинской области». Два вида мышей из 6 отлавливались в районах Среднего Урала (это Свердловская область). Облучение мышей, выловленных в Челябинской области и на Среднем Урале, проводилось после доставки живых мышей в Москву, где имелись специальные установки для внешнего облучения и виварий для наблюдений за динамикой смертности после облучения.

За те 14 лет, в течение которых мыши жили на загрязненной территории, как пишут авторы, в этой зоне «сменилось более 30 поколений грызунов», у одного вида наблюдались слабые адаптационные изменения, у другого их не было. Важно однако другое. За 14 лет действительно сменяется 30—35 поколений мышей. Но если индивидуальная самка в поисках пищи мигрирует не очень далеко от своей норки, то новое потомство, вырастая и приобретая независимость, должно мигрировать от места рождения на большие расстояния. Изучение расстояний перемещений грызунов разных видов показывает, например, что красная полевка, питающаяся семенами, очень подвижна и уходит от гнезда на расстояния до 500 м. При расселении же новых выводков у других видов мышей миграция происходит на расстояния до 1000 и более метров. В голодные сезоны мышиные миграции могут происходить на десятки километров. Определяя адаптацию, Ильенко должен быть совершенно уверен в том, что все 30—35 поколений, обитавших на радиоактивной территории, действительно жили на этой территории несмотря на расселение новых поколений и пищевые миграции. Для 30 поколений минимальный радиус зоны в этом случае должен быть не менее 30 км. Если подходить с доверием к замыслу опыта, то загрязненная зона по каждому из двух уровней радиации равна не менее 1000—1500 км^2.

Сравнивать радиочувствительность мышей из радиоактивного биоценоза на Урале с «контролем» из Московской области безусловно нельзя, так как вмешивается резкое различие климатических факторов, создающее разные расы мышей того же вида. «Московские мыши», по-видимому, использовались просто для сравнения видовых различий чувствительности к облучению. В этом случае, судя по приводимой авторами таблице, сравнивались 6 видов мышей. Из радиоактивной среды подвергались сравнительному изучению только два вида из Челябинской области — красные полевки и лесные мыши. На Среднем Урале (Свердловская область) вылавливались обыкновенные полевки и мыши-малютки, которые также входят только в группу для сравнительной радиоустойчивости, а не в группу, жившую в радиоактивном биоценозе.

По сумме всех уже рассмотренных данных можно таким образом дать предварительную характеристику зоны исследований, о которых мы говорили. Эта зона располагается в Челябинской области, занимает площадь не менее 1500 квадратных километров и включает несколько озер. Радиоактивное загрязнение этой зоны стронцием-90, цезием-137 и меньшими количествами других изотопов произошло осенью 1957 г. Уровень загрязнения измеряется миллионами или десятками миллионов кюри. От этого главного района загрязнения с активностью в пределах 1—4 милликюри на м^2 вторичный разнос активности почвенной и пылевой эрозией распространился полосами в разные стороны, захватывая часть соседней Курганской области и юг Челябинской (черноземные почвы), но в этих районах уровни загрязнения уже были немного ниже.

Иногда, по-видимому, эвакуация населения проводилась и из районов «вторичного» загрязнения, и эти районы становились «свободными» для радиационно-экологических исследований, но при очень слабых уровнях «вторичного» или «третичного» загрязнения эвакуации населения не было, что позволяло некоторым авторам проводить наблюдения и за распределением радиоизотопов в системе «сельскохозяйственное производство — люди».