

Вопросы ИСТОРИИ ЕСТЕСТВО- ЗНАНИЯ и ТЕХНИКИ



2
2008

Н. Г. ГОРБУШИН, В. И. ИВАНОВ

К ИСТОРИИ СОВЕТСКОГО АТОМНОГО ПРОЕКТА: Н. В. ТИМОФЕЕВ-РЕСОВСКИЙ И РАДИОБИОЛОГИЯ

Участие Николая Владимировича Тимофеева-Ресовского в советском атомном проекте охватывало период со второй половины 1940-х гг. до первой половины 1950-х гг. До этого времени (1925–1945) он возглавлял генетическое направление в Институте исследований мозга в Германии (директор – профессор О. Фогт), куда Тимофеев-Ресовский приехал работать по приглашению германского Общества содействия науке им. кайзера Вильгельма, а рекомендовали его директор российского Института экспериментальной биологии Н. К. Кольцов и нарком здравоохранения РСФСР Н. А. Семашко.

За годы работы в Германии Н. В. Тимофеев-Ресовский стал ученым с мировым именем, внесшим огромный вклад в такие разделы биологии и генетики, как фенотипика (теперь обозначаемая как генетика развития), генетика популяций и их эволюция, мутационный процесс, биофизика и радиобиология, биогеохимия радионуклидов и биогеоценология (выжил более краткий термин – радиоэкология). В самом начале «атомной эры» наиболее важными направлениями в теоретическом и практическом плане были его работы в области биофизики, радиобиологии и радиоэкологии. В 1957 г. в одной из своих работ Николай Владимирович отметил, что

активное развитие атомной промышленности в послевоенное время ставит перед человечеством проблему в связи с возможностью радиоактивного загрязнения биосферы. Серьезность и масштабы этой проблемы становятся ясными, если вспомнить, что на начальном этапе получения искусственно-радиоактивных изотопов (как продукта или отхода атомной промышленности) во всем мире было несколько сотен граммов, то в настоящее время они производятся в весьма больших количествах. В то же время нам известно, что пренебрежительное отношение к отходам любого вида производства в локальных условиях ведет к ухудшению среды обитания человека, а их влияние на большие участки биосферы медленно и верно подрывает и снижает природные ресурсы и в особенности биологическую (наиболее ценную) продуктивность Земли¹.

В 1945–1947 гг. Н. В. Тимофеев-Ресовский, пройдя «репрессивную мясорубку» НКВД и ГУЛАГа, оказался на одном из засекреченных атомных объектов Южного Урала на оз. Сунгуль в Челябинской области. Здесь он до 1955 г. возглавлял специальный биофизический отдел, работы которого были посвящены оценке биологических последствий атомных взрывов и радио-

¹ Тимофеев-Ресовский Н. В. Применение излучений и излучателей в экспериментальной биогеоценологии // Ботанический журнал. 1957. Т. 42. № 2. С. 161–194.

активных загрязнений прилегающих территорий и акваторий. Следуя учению В. И. Вернадского о биосфере как наружной оболочке планеты Земля, где ведущая геохимическая роль принадлежит живым организмам, а также учению В. Н. Сукачева о биогеоценозах, как о единстве биотопов и биоценозов Н. В. Тимофеев-Ресовский строил свою экспериментальную работу на исследовании действия ионизирующих излучений на живые организмы в составе их сообществ и на изучении поведения радиоактивных изотопов (их миграция, концентрация, рассеяние) в природных и модельных биогеоценозах. Поэтому эти работы он шутливо обозначал как «вернадскология с сукачевским уклоном».

Ранее, в первые десятилетия XX в., радиобиология развивалась по пути накопления данных о биологических реакциях на облучение разных организмов. При этом наблюдаемые реакции часто либо не оценивались количественно, либо по самой своей природе были малопригодны для количественного анализа. Практические же наблюдения свидетельствовали, что ионизирующие излучения иногда вызывают гибель одноклеточных организмов и отдельных клеток многоклеточных организмов, ненормальности развития и разнообразные патологические изменения в органах и тканях многоклеточных организмов. Для того времени характерной единицей измерения была эритемная доза (своеобразная биологическая дозиметрия), выраженная в виде различной степени покраснения или припухлости кожи. При такой дозиметрии, несомненно, можно было получить любой нужный результат. В сложившейся ситуации требовался новый подход в измерении радиационных доз и биологических эффектов.

Как генетик Н. В. Тимофеев-Ресовский избрал в качестве исследуемой реакции на облучение возникновение у дрозофилы видимых и летальных мутаций, а как биолог, тесно контактирующий с физиками, использовал пригодную для точных измерений оценку дозы радиации в ионизационных единицах (рентгенах)². Результаты работ Николая Владимировича по радиационной генетике, обобщенные в статье 1935 г.³, заключаются в положении о том, что количество индуцированных облучением мутаций прямо пропорционально суммарной дозе, не зависит от ее распределения во времени и жесткости излучения (в широком диапазоне).

В начале 1940-х гг. появились и первые публикации Н. В. Тимофеева-Ресовского о поведении радиоактивных веществ в биологических системах⁴. Уже в ранних его работах по этой теме была подтверждена выявленная В. И. Вернадским способность живых организмов к высокому накоплению радиоактивных веществ.

По поводу полученных результатов Николай Владимирович неоднократно подчеркивал в беседах, что его методический подход и научные построения,

² Тимофеев-Ресовский Н. В. Обратные и соматические геновариации определенного гена в противоположных направлениях под действием рентгеновых лучей // Журнал экспериментальной биологии. Сер. А. 1929. Т. 5. С. 25–31.

³ Timoféeff-Resovsky, N. W., Zimmer, K. G., Delbrück, M. Über die Natur der Genmutation und der Genstruktur // Nachrichten von der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Math.-Phys. Klasse. Fachgruppe VI. Biologie. N. F. 1935. Bd. 1. Nr. 13. S. 189–245.

⁴ Born, H. J., Timoféeff-Resovsky, N. W., Zimmer, K. G. Anwendungen der Neutronen und der künstlich radioaktiven Stoffe in Chemie und Biologie // Umschau. 1941. Bd. 45. № 6. S. 83–87.

основанные на представлении о дискретности элементарных единиц природных явлений и их свойств в конкретных природно-исторических условиях, сложились под влиянием копенгагенских коллоквиумов Нильса Бора в довоенные годы. Поэтому не случайно физики встречали в нем отзывчивого коллегу, который понимал и воспринимал их идеи.

Несомненно, новый инструментарий всегда ведет к получению новых знаний о явлениях, свойствах и закономерностях природы. В радиобиологии точное физическое определение дозы ионизирующих излучений стало возможным лишь с введением в 1928–1929 гг. международной единицы дозы *рентген* и ионизационного метода дозиметрии.

Появление дискретных единиц измерения генетических эффектов при воздействии калиброванным рентгеновским излучением на биологические объекты вызвало бурный интерес к проблеме определения элементарной единицы наследственности – гена. Он охватил многие исследовательские коллективы Европы, объединив биологов и физиков. Однако Н. В. Тимофеев-Ресовский и его сотрудники К. Циммер и М. Дельбрюк из отдела О. Гана и Л. Мейтнер из Института химии им. кайзера Вильгельма стали лидерами в этой области. В основе их работы была идея Н. К. Кольцова о молекулярной структуре гена. Именно она сфокусировала внимание Николая Владимировича на возможности измерения радиационными методами чувствительного объема мишени генных мутаций. Такой объем оказался в пределах $(1,71 \div 1,81) 10^{-17} \text{ см}^3$. Полученный результат объединил представления физики о статистичности и сечениях взаимодействия квантов излучения с элементарными биологическими структурами⁵. На основании измеренных данных были изложены теоретические представления о генных мутациях и структуре гена:

1. Если атомная связь определится структурно в определенном атоме и месте, то новая конфигурация окажется устойчивой.

2. В экспериментах по радиационной генетике дополнительная энергия передается квантами излучения.

3. Можно представить ген как атомную структуру, согласно которой он далее обычным путем остается неделимым и ведет себя как автономная единица.

4. Геном – это сложная физико-химическая структура, состоящая из ряда специфических химических образований, отдельных генов, являющихся неким началом цепей реакций, из которых и складываются процессы развития живого.

5. Использование мутаций может привести к сознательной или неосознанной критике теории клетки: до сих пор принимаемой за «единицу жизни». Блестяще оправдавшие себя в этой роли клетки могут быть заменены «элементарными единицами жизни» – генами.

В этой же работе был представлен существенный результат, характеризующий линейную зависимость количества мутаций от величины дозы облучения, изменяющейся в широком диапазоне значений⁶. В целом это был блестящий прорыв в науке XX в., позволивший взглянуть на биологические процессы с точки зрения квантовой механики.

Полученные данные позволяют утверждать, что молекулярная биология зародилась на основе теоретических представлений и экспериментальных

⁵ Muller, H. J. Analysis of process of structural change in chromosomes of *Drosophila* // Journal of Genetics. 1940. № 1.

⁶ Тимофеев-Ресовский Н. В. Избранные труды. М., 1996. С. 105–154.

исследований о дискретной элементарной структуре единицы наследственности Тимофеева-Ресовского и его коллег. Именно они совершили переход в понимании элементарной единицы живой материи от клетки к структуре гена и получили этому количественное подтверждение. Идеи Николая Владимировича о природе вещества наследственности подхватил и развил Э. Шредингер (лауреат Нобелевской премии 1933 г.) в книге «Что такое жизнь?» (1944) ⁷, которая в свою очередь вдохновила Ф. Крика и Дж. Уотсона заняться проблемой гена. В результате гениальной догадки и ее экспериментального подтверждения Ф. Крик, Дж. Уотсон и М. Уилкинс (лауреаты Нобелевской премии 1962 г., Джеймс Уотсон – ученик М. Дельбрюка) установили в 1953 г. двойную спираль молекулы ДНК и ее роль в передаче информации в живой материи. Они открыли путь к современной геномной инженерии, а Н. В. Тимофеев-Ресовский в это время работал в «шарашке» в качестве заключенного и лишь после снятия режима секретности его работы конца 1940-х – начала 1950-х гг. начали появляться в открытой печати ⁸.

Развитие генетических, радиобиологических и биофизических исследований значительно укрепило научный авторитет Николая Владимировича. Еще в Германии открылись широкие возможности сотрудничества с физическими лабораториями в решении практических задач, представляющих совместные интересы, в частности с Н. Рилем из фирмы «Ауэргезельшафт» ⁹. Риль был автором сепаратора для разделения изотопов тяжелых металлов, в частности, для получения «металлического» урана. По его утверждению, он «все время пытался доказать, что радиохимия и радиобиология хорошо согласуются с урановым производством. Однако потребовалось много лет, чтобы внушить эту мысль начальству. После войны Рилю удалось ее реализовать в условиях советского атомного проекта», за что он был удостоен звания Героя социалистического труда. В Германии эта мысль была успешно реализована всего лишь для решения диагностических задач при обследовании состояния системы кровообращения у рабочих на урановом производстве ¹⁰. В статье представлена радиограмма, полученная с помощью изотопа Ra-226 впервые в мировой практике. В настоящее время методы радиоизотопной диагностики широко применяются в клинической практике, а для Тимофеева-Ресовского в годы репрессий (да и позже) указанная статья следственны-

⁷ Schrödinger, E. What is life? Cambridge, 1944 (рус. пер.: Шредингер Э. Что такое жизнь с точки зрения физики? Лекции, читанные в Тринити-колледже в Дублине в феврале 1943 г. М., 1947).

⁸ Тимофеев-Ресовский Н. В. Биофизическая интерпретация явлений радиостимуляции растений // Биофизика. 1956. Т. 1. Вып. 7. С. 616–627; Тимофеев-Ресовский Н. В. Применение излучений и излучателей в экспериментальной биогеоценологии // Ботанический журнал. 1957. Т. 42. № 2. С. 161–194.; Тимофеев-Ресовский Н. В., Лучник Н. В. Лучевые поражения и воздействие на них // Труды Института биологии Уральского филиала АН СССР. 1957. Вып. 9. С. 57–69; Shadin, V. J., Kuznetsov, S. I., Timoféeff-Ressovsky, N. W. The Role of Radioactive Isotopes in Solving the Problems of Hydrobiology // Second United Nations International Conference on the Peaceful Use of Atomic Energy. 1958. P. 1–24.

⁹ Емельянов Б. М., Гавриленко В. С. Лаборатория «Б». Сунгульский феномен. Снежинск, 2000.

¹⁰ Born, H. J., Timoféeff-Ressovsky, N. W., Zimmer, K. G. Biologische Anwendungen des Zahlrores // Naturwissenschaft. 1942. Bd. 30. S. 600–603 (см. рус. пер.: Природа. 1990. № 9. С. 81–84).

ми органами КГБ рассматривалась как один из основных обвинительных документов.

При аресте Н. В. Тимофеева-Ресовского осенью 1945 г. представители КГБ активно искали факты, подтверждающие работу Николая Владимировича в Абвере или СС, а также его непосредственное участие в атомном проекте. Таких фактов не нашлось, однако внимание следователей привлекло письмо от 30 ноября 1939 г., где речь шла о «самом мощном во всей Германии источнике нейтронного излучения, который может производить радиоактивные изотопы в относительно больших количествах»¹¹.

В декабре 1945 г. во время очередного допроса на Лубянке Тимофееву-Ресовскому пришлось писать отчет «О работе с нейтронами и искусственно-радиоактивными изотопами». В отчете он отразил проблемы дозиметрии и непосредственное применение нейтронов для облучения биологических объектов, метод радиоактивных индикаторов и его применение, в частности, при исследовании структуры кристаллов и миграции энергии в них, а также высказал возможность «облучения изнутри определенных органов, что было бы интересно в связи с решением проблем радиотерапии»¹².

Идея оказалась достаточно крепкой. Радиойодтерапия была реализована в 1950-е гг., а для нейтронной и нейтронзахватной терапии потребовались годы и громадные ресурсы ядерных технологий. В настоящее время идеи Тимофеева-Ресовского, изложенные в отчете, осуществляются в Медицинском радиологическом научном центре РАМН в содружестве с Физико-энергетическим и Физико-химическим институтами г. Обнинска.

После Лубянки Николая Владимировича отправили в Бутырку, а затем в КарЛаг, где он чуть не погиб от истощения. Спасло Тимофеева-Ресовского обращение его бывших сотрудников по Буху К. Циммера, Г. Борна и А. Кача к советским властям с просьбой разыскать ученого. Поиск занял почти год (его документы по каким-то причинам затерялись). Случайно обнаруженный в одном из лагерей (Тимофеева-Ресовского привезли в лагерный медпункт в состоянии беспамятства, как он шутил, «для утилизации»; однако фельдшер, тоже из эков, узнав, кто перед ним находится, сообщил по инстанции о своей «находке»), он был помещен в клинику Бурденко, где прошел курс лечения. Как уже говорилось, впереди его ожидала лаборатория «Б» на оз. Сунгуль (п/я 215 – «шарашка» УВД по Челябинской области). Это была одна из ведущих лабораторий в советском атомном проекте, созданная правительством СССР для оценки биологического действия ионизирующих излучений не только как элемента боевого действия атомной бомбы, но и как фактора промышленной вредности. Его назначили руководителем биофизического отдела, основными задачами которого были создание методов и средств защиты людей, работающих в условиях атомной промышленности. Решение возникших проблем Н. В. Тимофеев-Ресовский видел в изучении механизмов и биологических эффектов при различных видах радиационного воздействия.

Лаборатория «Б» была не единственным местом, где проводились высокопрофессиональные радиобиологические исследования. Параллельно подобные работы шли в Окридже, Лос-Аламосе и Колд-Спринг-Харборе в услови-

¹¹ Рассекреченный Зубр. Следственное дело Н. В. Тимофеева-Ресовского / Сост. Я. Г. Рокитянский, В. А. Гончаров, В. В. Нехотин. М., 2003. С. 207–208.

¹² Рассекреченный Зубр... С. 308–315.

ях совершенной секретности, но недолго: где-то с 1947 г. в США многие работы пустили в открытую печать. Поэтому публикации наших авторов в открытой печати появились несколько позже ¹³.

Американские исследователи развивали свои методы лабораторной радиобиологии. Однако Николай Владимирович пошел своим путем. Он считал, что нужно наблюдать не «мышку в клетке и травку в горшочке», а смотреть существо дела непосредственно в природе, так как все геохимические и биологические процессы активно связаны между собой.

Еще В. И. Вернадский обратил внимание на эту особенность природы и ввел понятие «биогеохимические процессы», поскольку во всем кругообороте вещества в земной коре определяющая роль принадлежит живым системам ¹⁴. В. Н. Сукачев, развивая идею о кругообороте вещества в живых системах, ввел понятие «биогеоценоз», посредством которого определил элементарный участок биосферы, в котором совершается обмен химических веществ между почвой, водой, микроорганизмами, растениями и животными, а также продуктами их жизнедеятельности в соответствующей газовой среде ¹⁵. Вполне закономерно Николай Владимирович, развивая традиции российской науки, обозначил свою область исследований как «экспериментальная радиационная биогеоценология» (современное название – радиоэкология). В этом проявилась широта и сущность научных взглядов, имеющих прямую связь с предысторией его становления как ученого, новизны и приоритета полученных результатов, имеющих фундаментальное значение не только для советского атомного проекта, но и для науки в целом. Наглядным подтверждением его утверждений служат события, связанные с ликвидацией последствий аварии реактора на Чернобыльской АЭС.

Основные итоги деятельности Н. В. Тимофеева-Ресовского в Сунгуле и Миассове представлены в докладе на соискание ученой степени доктора биологических наук по совокупности опубликованных работ (Свердловск, 1962). Он утверждал:

В явлениях жизни на Земле мы выделяем четыре основных уровня: генетический, онтологический, популяционно-эволюционный и биогеоценологический. Каждый из этих уровней должен иметь свои «элементарные структуры», т. е. далее не подразделяемые единицы без потери свойств, характеризующих объекты, «элементарные явления» и свою систему управления на данном уровне жизни. Первые два уровня связаны со становлением, организацией и функционированием биологических особей. На третьем уровне происходят историческое изменение, дивергенция, эволюционная адаптация систематических форм живых организмов. На четвертом – протекает биогеохимическая деятельность в биосфере, в которой определяется эволюция видов и биоценозов, а также формируются геохимические изменения на по-

¹³ Тимофеев-Ресовский Н. В., Порядкова Н. А., Макаров Н. М., Преображенская Е. И. К проблеме радиостимуляции растений. I. О действии слабых доз ионизирующих излучений на рост и развитие растений // Труды Института биологии УФ АН СССР. 1957. Вып. 9. С. 129–201; См. также сборники работ лаборатории биофизики, выходившие как тома «Трудов института биологии УФ АН СССР»: Сб. 1 (1957. Вып. 9); Сб. 2 (1960); Сб. 3 (1960. Вып. 13), Сб. 4 (1962. Вып. 22) и сборник «Радиационная цитогенетика и эволюция» (1965. Вып. 44).

¹⁴ Вернадский В. И. Биосфера. Л., 1926.

¹⁵ Сукачев В. Н. О принципах генетической классификации в биогеоценологии // Журнал общей биологии. 1944. № 3.

верхности Земли. Однако ввиду принципиального единства явлений жизни на Земле, протекающие на всех уровнях жизненные процессы взаимосвязаны теоретически пока еще не вполне ясной «системой управляющих систем» высшего уровня. На первом и третьем уровнях уже с достаточной ясностью сформулированы понятия элементарных структур, явлений и факторов, что позволяет создавать теоретическую генетику и теорию механизмов эволюционного процесса. На четвертом уровне нами пока лишь произведена попытка выделения элементарной биохорологической структуры в виде элементарного звена, обеспечивающего полноценные функциональные свойства биогеоценоза ¹⁶.

Дружба Николая Владимировича с математиками А. А. Ляпуновым и И. А. Полетаевым также нашла свое отражение в мысли о том, что

точное выделение элементарных явлений на биохорологическом уровне и установление связей между биогеоценологическими и популяционно-генетическими процессами позволит ускорить внедрение кибернетических принципов для восприятия и понимания всех уровней жизни, что позволит избежать крупных ошибок и резко повысить использование человеком биологической продуктивности Земли.

Интересные события в развитии радиологической науки отмечены в воспоминаниях сотрудников отдела биофизики в лаборатории «Б» (Сунгуль). В частности, научный сотрудник В. Н. Стрельцова вспоминает:

В конце ноября 1949 г. по коридорам института стремительно пронесся Н. В. Тимофеев-Ресовский, зычно возглашая: «Юшка, смотрите какая юшка!» В колбе, которую он держал перед собой, была буроватая, тяжелая жидкость – неразделенный раствор осколков деления урана. Колба открыла эру радиотоксикологии, т. к. до ее появления лаборатория занималась изучением обмена естественно-радиоактивных элементов, радия-226 и тория-Х, а также эффектами внешнего общего рентгеновского облучения в зависимости от дозы и ритма воздействия ¹⁷.

Вот так просто, казалось бы, возникло новое научное направление. Однако на самом деле проявился ранее накопленный богатый опыт, сконцентрированный в проницательном уме, который увидел, какие проблемы можно решить, используя содержимое колбы.

Невозможно оставить без внимания работы Е. А. Тимофеевой-Ресовской, выполненные на Урале по атомному проекту в Сунгуле и продолженные в Миассове. Она – верная жена, друг и сотрудник на протяжении более полувековой жизни с Николаем Владимировичем – внесла существенный вклад в развитие экспериментальной радиационной биогеоценологии водоемов. В морских и пресноводных водоемах механизм осадкообразования, геохимические процессы, условия миграции и концентрации микроэлементов, а также характер участия во всех этих процессах живых организмов несколько иные, чем на суше. Суша и водоем различаются по мощному фактору перераспределения элементов, каким является сток воды. На суше особую роль играют

¹⁶ Тимофеев-Ресовский Н. В. Избранные труды. М., 1996. С. 416–455.

¹⁷ Цит. по: Емельянов Б. М., Гавриленко В. С. Лаборатория «Б». Сунгульский феномен. Снежинск, 2000. С. 275.

почвообразование и взаимоотношение между почвами и стоком, а в водоемах морского и озерного типа преимущественную роль играет концентрация микроэлементов в донных отложениях в зависимости от условий притока воды, климата и от характера биологической продуктивности и состава биоценозов водоема. Поэтому понимание механизмов поведения радиоактивных веществ в водоемах, их распределение по живым и неживым компонентам имеет принципиальное значение для оценки загрязнения отходами атомного производства. Здесь встают очень важные задачи, связанные с разработкой методов биологической очистки и дезактивации природных вод от радиоактивных и химических загрязнений.

Елена Александровна провела огромную работу по изучению коэффициентов накопления около 20 важнейших осколочных радиоизотопов, распространенных в атомной промышленности и образующих наиболее опасную часть для возможных радиоактивных загрязнений биосферы. Коэффициенты накопления определяли в 25 видах пресноводных животных и около 35 видах пресноводных растений. Результаты этих исследований представлены в монографии¹⁸. Следует отметить, что ввиду уникальных полученных данных эту монографию мгновенно перевели в США¹⁹.

Незабываемыми событиями в жизни Тимофеевых-Ресовских были научные радиобиологические школы в Миассове, начавшиеся летом 1958 г. Биологи, физики и математики, как «паломники», со своими палатками и спальными мешками приезжали из разных городов СССР. Их объединяло стремление вытащить биологию из «средневекового тупикового болота». Молодые ученые и студенты стремились встретиться с известными научными авторитетами, чтобы услышать новое слово и отношение к формирующейся в те времена молекулярной биологии. Такими авторитетами были академики Энгельгард, Белозерский и Астауров, профессора Ляпунов, Лобашов, Блюменфельд и др. На так называемых «трепах» обсуждался широкий спектр общетеоретических проблем биологии: миграция энергии в биологических структурах, конвариантная редупликация элементарных клеточных структур, кинетика кооперативных процессов и биосинтез на «матрице», статистико-термодинамические модели биосинтеза белка, биологическая кибернетика и др. Неизменным оргкомитетом школ в Миассове в единственном лице была Е. А. Тимофеева-Ресовская. Рассылая приглашения для участия в школе, она элегантно предупреждала: «Если согласны на примитивные условия жизни, приезжайте. У нас здесь тайга»²⁰.

В 1964 г. после многих раздумий и колебаний Н. В. и Е. А. Тимофеевы-Ресовские переехали в Обнинск вместе с основной группой сотрудников. Взять на работу в строящийся Институт медицинской радиологии АМН СССР такого крупного ученого с мировым именем было заманчиво, но и рискованно, учитывая неординарность его судьбы... Директор института Г. А. Зедгенидзе

¹⁸ Тимофеева-Ресовская Е. А. Распределение радиоизотопов по основным компонентам пресноводных водоемов. Свердловск, 1963.

¹⁹ *Timofeeva-Resovskaya, Y. A. Distribution of Radioisotopes in Basic Components of Fresh-Water Basins.* US Department of Commerce. Office of Technical Services. Washington. 12.11.1963, 2nd printing – 12.10.1964.

²⁰ Бабков В. В., Саканян Е. С. Николай Владимирович Тимофеев-Ресовский. М., 2002. С. 562–567 (воспоминания М. И. Шальнова).

познакомился с Николаем Владимировичем в Бухе еще в 1945 г., будучи руководителем комиссии по денацификации научно-исследовательских учреждений Германии. В Институте медицинской радиологии Н. В. Тимофеева-Ресовского оформили руководителем Отдела общей радиобиологии и радиационной генетики, но на ставку старшего лаборанта. Других свободных ставок не было. Научный коллектив подобрался интересный, вдумчивый, из творчески работающей молодежи ²¹. Сам он возглавил исследования по основным направлениям радиобиологии, радиационной генетике, генетике развития, экспериментальной и теоретической биогеоценологии.

Существенное внимание Николай Владимирович уделял построению математических моделей для исследования генетики популяций совместно с Ю. М. Свиричевым. Еще до обнинского периода он всегда утверждал, что только на основе моделей можно делать обоснованные прогнозы влияния на человеческое общество различных видов воздействий. Принимая во внимание идеи В. И. Вернадского, он представил результаты своих исследований в виде комплексной проблемы – «Биосфера и человечество» (1968), – она заняла центральное место в современном естествознании. Тимофеев-Ресовский утверждал:

Среди большого числа современных проблем научно-технического характера, которыми эпоха наша богата, есть одна комплексная проблема (биосфера), решение которой является задачей всего естествознания, включая математику, и значение которой до сих пор для большинства людей недостаточно осознано.

При этом он обратил внимание на то, что

небрежное отношение к биосфере, подрыв ее правильной работы будет означать не только подрыв пищевых ресурсов и целого ряда нужного людям промышленного сырья, но и подрыв газового и водного окружения людей. В конечном счете, люди без биосферы или с плохо работающей биосферой не смогут вообще существовать на Земле ²².

Во всей системе он выделил триаду: «процессы, происходящие на энергетическом входе биосферы – биологический круговорот биосферы – процессы, происходящие на выходе из биологического кругооборота в геологию». При таком подходе глобальное моделирование можно рассматривать не в виде удачных количественных прогнозов динамики роста численности населения, обеспеченности его пищей, загрязнения атмосферы и т. п., а как определение границ устойчивости биосферы и ее резервных возможностей. По поводу обозначенной проблемы Николай Владимирович обычно говорил «от добра добра не ищут» и «от хорошей жизни в Космос не полетишь» ²³.

²¹ Горбушин Н. Г., Летова А. Н. Н. В. Тимофеев-Ресовский в Обнинске // Платоны и невтоны земли калужской. Калуга, 2002. С. 292–299.

²² Тимофеев-Ресовский Н. В. Биосфера и человечество // Географическое общество СССР. Обнинский отдел. Научные труды. 1968. Сб. 1. Ч. 1. С. 3–12.

²³ Тимофеев-Ресовский Н. В. Некоторые проблемы радиационной биогеоценологии // Проблемы кибернетики. 1964. Вып. 12. С. 201–232.

Понимание значимости проблемы, широта и глубина мышления Тимофеева-Ресовского сформировались на традициях высокой нравственности и российской культуры, передавшихся ему от предшествующих поколений, и новой картины мира, которую он условно называл «квантово-релятивистской». Квантованность и системность пространства мышления обеспечивали ему свободу в построении гипотез и последующую их экспериментальную проверку.

Его идеи были восприняты учениками и развиты до уровня понимания коэволюции (сосуществования) биосферы и человечества в условиях хронического облучения ионизирующей радиацией в широком диапазоне мощностей доз. Основные положения такой коэволюции сформулировал Г. Г. Поликарпов, обратив внимание на необходимость перехода от «антропоцентрических» критериев в радиационной защите к «экоцентрической радиационной защите»²⁴.

Неизбежность развития и дальнейшего распространения источников ядерной энергии и ядерного оружия в современном негармоничном мире обостряет проблему в создании концептуальной модели для оценки «зон опасности» концентрации радиоактивности по отношению к живой среде и возможности обитания в ней человека (см. рисунок)²⁵.

При этом важно учитывать характеристику «радиоэкологической емкости» («радиоемкость экологической системы»), позволяющей исследовать потоки радионуклидов в экосистемах:

$$RCE_i(Z_n) = k_i(Z_n)M_i / \sum k_i(Z_n)M_i \quad (i = 1 \div n),$$

где $k_i(Z_n)$ – коэффициент накопления i -го элемента экосистемы для изотопа Z_n , M_i – объемный (поверхностный) фактор накопления i -го элемента экосистемы, n – количество рассматриваемых элементов экосистемы, $RCE_i(Z_n)$ – отражает относительную долю дозовой нагрузки на живые системы и их сообщества от радионуклидов Z_n каждого элемента экосистемы²⁶. Сложность экосистем, обусловленная разнообразием видов, их численностью, скоростью размножения и неоднородностью массы, а также метеорологическими параметрами и активной деятельностью человека, переводит проблему в биосферную область знаний и требует огромного количества исходных данных, характеризующих состояние биосферы. Представляется актуальной проблема создания справочно-информационной системы, содержащей ядерно-физические характеристики излучателей, определяющие дозы облучения животных и растений, и описывающей формирование поглощенных доз у животных и растений; фактографические данные по радиобиологическим эффектам, программные модули для расчета поглощенных доз и оценки радиационной обстановки при ядерных испытаниях.

²⁴ Поликарпов Г. Г. Радиохемозэкология и коэволюция // Биосфера и человечество. Обнинск, 2000. С. 57–66.

²⁵ Polikarpov, G. G. Conceptual Model of Radiation Effects in the Environment // Radiation Protection Dosimetry. 1998. Vol. 75. № 1–4. P. 181–185; Горбушин Н. Г., Павлова Н. Н. Радиационный фактор в коэволюции биосферы и человечества // Международный конгресс «Энергетика-3000». Обнинск, 2002. С. 111–114.

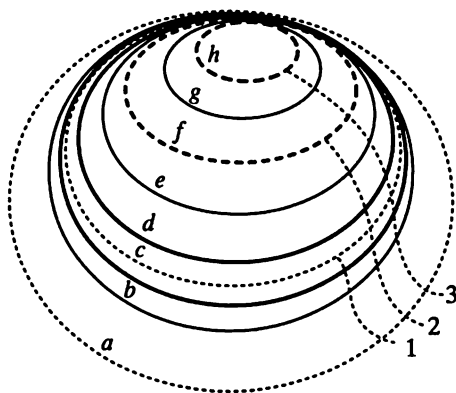
²⁶ Кутлахмедов Ю. А., Поликарпов Г. Г., Корогодин В. И. Принципы и методы оценки радиоемкости экосистем // Эвристичность радиобиологии. Киев, 1988. С. 109–115.

Исследования, проводившиеся в Обнинске при непосредственном руководстве Н. В. Тимофеева-Ресовского, дали значимые результаты, актуальность которых не утрачена и ныне. Их востребованность особенно возросла после аварии на Чернобыльской АЭС и необходимости решения многих радиобиологических, генетических и радиэкологических проблем.

В Институте медицинской радиологии АМН СССР Н. В. Тимофеев-Ресовский проработал недолго. По настоянию партийных органов в 1969 г. его вынудили уйти на пенсию. Для Обнинска это было трагическое время. Из-за гонений на инакомыслящих решалась судьба его интеллектуальной мощи. В эти годы одни талантливые ученые вынуждены были оставить свои институты и уехать из города, другие лишились творческого участия в работе по специальности. Городской комитет партии широко распространял лозунг: «незаменимых людей нет».

Мне хорошо запомнились недоброжелательные разговоры вокруг имени Н. В. Тимофеева-Ресовского в конце 1960-х гг. С одной стороны, горком заботился о развитии города, его научно-производственной базе и, казалось бы, о воспитании молодежи, а с другой – убирал думающих людей по хорошо разработанному сценарию. Один из таких вариантов сценария представлен в статье Ю. И. Кривоносова²⁷. Изложенная автором технология прекрасно работает и по сегодняшний день, особенно в период избирательных кампаний. Главное в таком деле – обнаружить «негативный» прецедент.

Основной причиной недовольства горкома послужила книга молодых обнинских ученых «Физики шутят»²⁸. При написании книги авторы постоянно консультировались с Николаем Владимировичем и в книге выразили ему благодарность. Затем в журнале «Огонек» была опубликована заметка об интересных субботних встречах («трепах») с молодежью на квартире у Тимофеевых-Ресовских. На этих встречах обсуждались не только научные проблемы, но и проблемы искусства, архитектуры, древнерусской культуры, обсуждались поездки по древним русским городам. Среди приезжих «паломников» бывали известные ученые, историки, экономисты, искусствоведы, психиатры, священники, кинорежиссеры. Авторы этой статьи часто бывали на встречах. Как правило, Елена Александровна – хранительница очага – угощала гостей



a – зона неопределенности (фон – до 1 мГр/год), *b* – зона радиационного «благополучия» и контроля (1–5 мГр/год), *c* – зона физиологической маскировки (5–50 мГр/год), *d* – зона экологической маскировки (50–400 мГр/год), *e* – поражение наземных животных (~400 мГр/год), *f* – драма для гидробионтов и наземных растений (≥ 4 Гр/год), *g* – катастрофа для растений (> 100 Гр/год), *h* – радиационная гибель биосферы ($\geq$ МГр/год); 1 – область существования человека, 2 – область существования животных, 3 – область существования растений

²⁷ Кривоносов Ю. И. Физики и философы продолжают шутить // ВИЕТ. 1995. № 4. С. 74–79.

²⁸ Конобеев Ю., Павлинчук В., Роботнов Н. Физики шутят. М., 1966.

чаем за большим столом, поддерживая душевный настрой беседы. Авторитет Николая Владимировича, энергия его души, жизнеутверждающий юмор, необычные мысли гостя и хозяина царствовали за столом. Молодежь стремилась по-новому взглянуть на науку, понять ее дух и связать с текущими событиями, проявляла интерес к выдающимся представителям культуры, олицетворяющим связь времен.

Такие встречи не очень нравились власти. Горком партии оценивал их как «идейное разложение молодежи». Кульминационным прецедентом стал философский семинар по работе В. И. Ленина «Материализм и эмпириокритицизм», организованный представителями горкома весной 1969 г. в конференц-зале экспериментального сектора Института медицинской радиологии АМН СССР. Горкомовцы очень хотели, чтобы основным докладчиком был Николай Владимирович. В докладе он говорил о научных идеях в начале века и развенчал тезис о кризисе в физике, распространенный в марксистско-ленинской философии, а также разъяснил, что кризис и скудность мышления проявили преимущественно политиканствующие физики и философы, а физики-творцы работали, чувствуя дух мироздания, квантов М. Планка, электрона Дж. Томсона, структуры атомного ядра Э. Резерфорда, теории броуновского движения и теории относительности А. Эйнштейна и др. Кстати сказать, в конце XIX и начале XX вв. физики решили принципиальные вопросы, составившие фундамент квантовой механики, которая привела Э. Ферми к созданию уранового «котла», предшественника атомных бомб и реакторов атомных электростанций. Н. В. Тимофеев-Ресовский многих крупных ученых того времени лично знал по физическому коллоквиуму у Н. Бора, делился впечатлениями о встречах с ними. Так, по ходу семинара возникла активная дискуссия, в которой он был достаточно откровенным к «звериной серьезности» в науке и философии²⁹. После семинара в горком партии вызвали академика Г. А. Зедгенидзе и поставили перед ним вопрос о возможности работы Николая Владимировича в институте, что и определило его дальнейшую судьбу. Он написал заявление об уходе на пенсию. Вскоре убрали и Г. А. Зедгенидзе.

В своих воспоминаниях «зубровед» Михаил Заболотский отмечает: «Зубр обладает высоким чувством достоинства – на зубра надеть ярмо невозможно! Если его родственник, американский бизон, приручаем, то зубр – не приручаем. Зубр – это вид, не вымирающий, а истребленный человеком...»³⁰

Через некоторое время академик директор Института медико-биологических проблем О. Г. Газенко пригласил Н. В. Тимофеева-Ресовского на работу в качестве консультанта. Он шутил по этому поводу, что работает в секретной «косметической системе», где ему пришлось включиться в решение проблем по созданию замкнутых систем жизнеобеспечения космических экипажей. Он как радиобиолог принимал самое активное участие в создании одного из летных экспериментов по определению биологической эффективности космического излучения. Его главная заслуга заключается в охвате

²⁹ Горбушин Н. Г. Сечение взаимодействия в науке и обществе // Н. В. Тимофеев-Ресовский на Урале. Екатеринбург, 1998. С. 132–153; Горбушин Н. Г. Память о Зубре // Вестник УРО РАН. 2004. № 4. С. 184–192.

³⁰ Бабков В. В., Сакарян Е. С. Николай Владимирович Тимофеев-Ресовский. М., 2002. С. 444.

всей космической проблемы в целом, видении ее во всех элементах ³¹. Н. В. Тимофееву-Ресовскому удалось представить завершенную форму концепции взаимодействия генетических, внутриорганизменных и внешнесредовых факторов в виде основных механизмов онтогенеза. Этот принцип в полной мере сохраняет свое значение сегодня и будет определяющим для исследователей XXI в.

Незадолго перед кончиной (28 марта 1981 г.), находясь в клинике ИМР АМН СССР, Николай Владимирович успел уточнить особенности развития теоретической биологии и эволюционного учения, однако его физическая жизнь оказалась не бесконечной ³². До конца дней своих он шел в гору науки, преодолевая удары судьбы, творил сам и давал творить другим, увлекая за собой молодежь.

Научное наследие Н. В. Тимофеева-Ресовского имеет первостепенное значение для формирования современного ученого-естествоиспытателя, поскольку охватывает глобальные механизмы эволюции биосферы и человечества, экологическое состояние планеты. Актуальность его научных трудов особенно возрастает в связи с обострением проблем, связанных с защитой природы в процессе освоения ядерно-энергетического потенциала, восстановления территорий, загрязненных радионуклидами, исследования и прогнозирования биологических процессов, эволюционных механизмов и генофонда популяций на планете Земля. Более того, он как меченый атом прошел сквозь общество, высветив его достоинства и недостатки.

Н. В. Тимофеев-Ресовский ушел из физического мира, но его духовная жизнь продолжается. Еще до принятия решения о его реабилитации, в 1992 г. Ученый совет Медицинского радиологического научного центра РАМН в честь 90-летия со дня его рождения учредил памятную медаль. В 1992 г. мэрия Обнинска установила памятную доску на доме, где он жил и работал. В год 100-летия учреждены научное общество «Биосфера и человечество» им. Н. В. Тимофеева-Ресовского и памятная медаль с тем же названием, которой награждаются достойные отечественные и зарубежные ученые. В 2003 г. в его честь учреждены губернаторские премии его имени для ученых и стипендии для студентов и учащихся старших классов Калужской области.

За рубежом, в Берлин-Бухе, его тоже помнят: в 1992 г. установлена памятная доска на здании Центра молекулярной медицины им. Макса Дельбрюка, в 1994 г. открыта научная библиотека его имени, а в 2006 г. – Дом-лаборатория для изучения проблем генома человека. По сути дела это целый институт.

О Н. В. Тимофееве-Ресовском – человеке и ученом – можно сказать словами из Евангелия: «И свет во тьме светит, и тьма не объяла его».

³¹ Газенко О. Г. Искусственный биоценоз – будущее космонавтики // Человек. 2000. № 4. С. 5–7; Газенко О. Г., Тимофеев-Ресовский Н. В., Шепелев Е. Я. Учение о биосфере и космическая биология // Человек. 2000. № 4. С. 9–15.

³² Тимофеев-Ресовский Н. В. Генетика, эволюция и теоретическая биология // Природа. 1980. № 9. С. 62–65; Тимофеев-Ресовский Н. В. Третья точка опоры // Знание–сила. 1981. № 6. С. 14–15.