

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу **ЛУКАШЕНКО Сергея Николаевича** «*Радиоэкологическое обоснование возвращения территорий Семипалатинского испытательного полигона в хозяйственное использование: фундаментальные и прикладные аспекты*», представленной на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 03.01.01 – *радиобиология*

Атомная эра сопровождалась не только головокружительными успехами в развитии атомного оружия и атомной энергетики, но и практически неизбежным нарастанием экологических проблем, связанных с увеличением радиоактивного загрязнения многих территорий и повышением в целом глобального радиационного фона в результате деятельности атомных предприятий, испытания оружия, мирных атомных взрывов и многочисленных аварийных ситуаций на объектах атомной отрасли практически всех так называемых ядерных держав. Одним из важных факторов формирования радиоэкологической ситуации на территории б. Советского Союза стали испытания атомного и термоядерного оружия с 1949 года на Семипалатинском испытательном полигоне (СИП, Казахстан).

Территория СИП и зона его влияния до сих пор остаются в существенной мере не достаточно исследованными с позиции экологической безопасности и перспектив практического использования в народном хозяйстве. Диссертационная работа С.Н. Лукашенко, поставившая в качестве цели исследования создание научных основ методологии исследований территорий СИП на базе фундаментальной информации о характере его радиоактивного загрязнения с целью обоснования безопасного использования СИП в народном хозяйстве, несомненно *актуальна* и в существенной мере восполняет указанные выше «белые пятна».

Особенно важно, что эта работа способствует снятию социального напряжения в регионе и уменьшению необоснованной радиофобии среди населения и Казахстана и России.

Несомненно также, что проведенные С.Н. Лукашенко исследования, обобщения и прогнозные оценки будут способствовать принятию научно обоснованных решений по реабилитации загрязненных территорий и сохранению здоровья населения, а также совместно с радиоэкологическими исследованиями на других радиационно загрязненных территориях станут важным элементом общей картины радиоэкологической ситуации в России и сопредельных странах.

Диссертация изложена на 402 страницах, включает введение, 6 глав, выводы, 98 таблиц, 126 рисунков и список публикаций из 221 наименования.

Первая глава «Радиоактивное загрязнение и критерии его оценки» анализирует радиоактивное загрязнение в результате радиационных аварий, инцидентов и испытаний ядерного оружия (радиационные аварии на Южном Урале, Чернобыльской АЭС и др.). Подчеркивается специфика критериев оценки радиоактивного загрязнения, используемых в Казахстане.

Вторая глава «Общая информация о климатических и ландшафтно-географических условиях СИП» знакомит с ландшафтно-географической и климатической характеристикой (температура, ветровой режим, осадки и др.) территории Семипалатинского испытательного полигона, включая состояние почвенно-растительного покрова и гидрогеологических условий.

Третья глава «Современное состояние радиационной обстановки на СИП» содержит характеристику всех радиационно-опасных объектов на СИП, включая характеристику радионуклидного состава, изотопных отношений и других параметров.

Следующие 4,5 и 6-я главы, по сути, являются основным содержанием диссертационной работы.

Центральная, по результатам исследования, *четвертая глава* «Разработка методологии исследования различных сред СИП» содержит анализ основных сред Семипалатинского испытательного полигона: почвенного покрова, растительного покрова, водных объектов и воздушного бассейна.

Самый консервативный из рассмотренных сред – почвенный покров – принимал основную нагрузку радионуклидов в результате атомных испытаний и в значительной степени контролирует современное загрязнение и растительного покрова, и воздушной, и водной сред. Именно потому это – самый большой подраздел главы, да и в целом диссертации, особенно автореферата (~22 % объема диссертации, ~32 % – автореферата и >36–45 % выводов).

Диссертантом установлены средние концентрации основных дозообразующих искусственных радионуклидов в почвах условно «фоновых» территорий СИП и рассчитано вертикальное распределение основных радионуклидов (^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{241}Am , $^{239+240}\text{Pu}$); при этом определено, что около 90 % общего содержания всех искусственных радионуклидов находится в верхнем 5-см слое почвы, а их распределение по гранулометрическим фракциям почв характеризуется, в основном, плавным повышением коэффициента обогащения в мелких (< 10 мкм) фракциях. Отклонения от этой зависимости может наблюдаться, как правило, в результате приноса радиоактивности из радиоактивного облака. При этом основной формой нахождения $^{239+240}\text{Pu}$ и ^{137}Cs в почвах условно «фоновых» территорий СИП является прочносвязанная форма (> 98 %); для ^{241}Am , наряду с основной прочносвязанной формой, характерно наличие подвижной формы (около 30 %). Значительная часть ^{90}Sr находится в обменной и подвижной формах (до 80 % в сумме); при этом резкое уменьшение содержания этих форм (до 1–2 %) свидетельствует о том, что источником происхождения этой части ^{90}Sr являются выпадения из радиоактивного облака, образовавшегося при проведении наземного ядерного испытания.

Содержание искусственных радионуклидов в растениях контролируется как содержанием, так и формой их соединений в почвах. Коэффициенты перехода $^{239+240}\text{Pu}$, ^{90}Sr , ^{137}Cs из почвы условно «фоновых» территорий СИП в растения характеризуются широким диапазоном значений (до 2,5 порядков). Распределение логарифмов коэффициентов перехода близко к распределению Гаусса с полушириной на полувысоте около 1-го порядка величины для $^{239+240}\text{Pu}$ и ^{137}Cs , и 0,5 порядка для

^{90}Sr . Средние значения коэффициентов перехода составляют: для $^{137}\text{Cs} = 0,030$; $^{90}\text{Sr} = 0,25$; $^{239+240}\text{Pu} = 0,019$.

Диссертантом показано, что концентрации ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{241}Am , $^{239+240}\text{Pu}$, ^3H в *водных объектах*, в т.ч. в объектах водопользования, расположенных на условно «фоновых» территориях СИП и гидрогеологически не связанных с радиационно опасными объектами СИП, находятся на уровне в 100–1000 раз меньше предельно допустимых концентраций для населения. Отмечено, что при первичной оценке загрязненности объектов водопользования целесообразно проводить расчетную оценку содержания ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{241}Am , $^{239+240}\text{Pu}$ на основании данных о их содержании в донных отложениях и соответствующих коэффициентах перераспределения.

Концентрации ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{241}Am , $^{239+240}\text{Pu}$ в *воздушном бассейне* условно «фоновых» территорий СИП находятся на уровне на 3–6 порядков меньше предельно допустимых концентраций для населения. Показано, что, учитывая сложность экспериментального определения ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{241}Am , $^{239+240}\text{Pu}$ в воздухе с приемлемой чувствительностью, целесообразно проводить первичную оценку их концентраций на основании данных о запыленности воздуха, средних их концентрациях в почвах и коэффициентах обогащения искусственных радионуклидов в аэрозольных фракциях.

Пятая глава «Оценка радиационных характеристик продукции, производимой на территории исследуемого района» рассматривает жизненно важные для населения вопросы оценки качества сельскохозяйственной растениеводческой и животноводческой продукции при ее производстве на условно «фоновых» территориях СИП. Вывод автора диссертации оптимистичен: сельскохозяйственная растениеводческая и животноводческая продукция, производимая на условно «фоновых» территориях, будет полностью удовлетворять принятым критериям радиационной безопасности.

Материалы заключительной *шестой главы* «Оценка граничных параметров радиоактивного загрязнения территорий, гарантирующих непревышение допустимых дозовых нагрузок» убедительно свидетельствуют, что проживание населения на территориях СИП с наличием загрязнения следующими радионуклидами: ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{241}Am , $^{239+240}\text{Pu}$ и соотношениями их концентраций, характерных для условно «фоновых» территорий СИП, не приведет к получению дозы выше 1 мЗв в год при концентрациях данных радионуклидов ниже следующих величин: $^{137}\text{Cs} - 860$, $^{90}\text{Sr} - 540$, $^{239+240}\text{Pu} - 200$, $^{241}\text{Am} - 40$ Бк/кг при самом неблагоприятном сценарии поведения.

Вслед за этим следует убедительно доказанный автором вывод о том, что условно «фоновые» территории СИП могут использоваться в народном хозяйстве без ограничений. Основой этой убедительности является огромный объем работы, выполненный непосредственно автором диссертации и под его руководством на уровне глубокого обобщения материалов предшествующих исследований (глава 3), а особенно собственные материалы исследований, изложенные в главах 4, 5 и 6-й.

В целом, диссертационная работа С.Н. Лукашенко является практически первой комплексной работой по радиоэкологическому обследованию территории Семипалатинского испытательного полигона. Автором впервые разработаны основы методологии выделения «условно «фоновых» территорий» СИПА на базе

выявленных механизмов радиоактивного загрязнения, которые позволяют идентифицировать источник происхождения этого загрязнения.

Автором проведена теоретически обоснованная экспериментальная оценка качества растениеводческой и животноводческой продукции, возможной для производства на территории СИП. Также впервые проведен расчет граничных параметров радиоактивного загрязнения территорий, гарантирующих не превышение допустимых дозовых нагрузок населения, при условии проживания в соответствии с наиболее консервативным сценарием поведения – «фермер, ведущий натуральное хозяйство» и доказана безопасность любой деятельности на условно «фоновых» территориях СИП, рекомендуемых к использованию.

Все это свидетельствует о важности вклада работы С.Н. Лукашенко, как в теоретическом, так и в практическом аспектах. При этом практический аспект трудно переоценить в силу важности для Казахстана включения в хозяйственную деятельность существенной части территории Республики, в настоящее время включенной в категорию «земель запаса».

Основные положения диссертации докладывались и обсуждались на многочисленных международных и региональных конференциях и совещаниях: Международная конференция «ENVIRA 2015. Environmental Radioactivity» (Салоники, 2015); Международная конференция «Radioecology and environmental radioactivity» (Барселона, 2014); Международная конференция «Environmental radioactivity» (Рим, 2010); Международное совещание «Technical Working Group Meeting on the environmental assessment for long term monitoring and remediation in and around Fukushima» (Токио, 2012); 4-я Международная конференция «Modern problems of genetics, radiobiology, radioecology, and evolution» (Санкт-Петербург, 2015); IV Международная конференция «Ядерные технологии XXI века» (Минск, 2014), IV Международная научная конференция «Современные проблемы загрязнения почв» (Москва, 2013); IX Всероссийская (с международным участием) научно-практическая конференция «Тобольск научный – 2012» (Тобольск, 2012); 7–10 Международные конференции «Ядерная и радиационная физика» (Алматы, 2009, 2011, 2013, 2015); III–VI Международные научно-практические конференции «Семипалатинский испытательный полигон. Радиационное наследие и проблемы нераспространения» (Курчатов, 2008, 2010, 2012, 2014).

Результаты исследования были включены в отчёты при выполнении работ по следующим программам: научно-техническая программа 0346 «Развитие атомной энергетики в Республике Казахстан»; республиканская бюджетная программа «Обеспечение радиационной безопасности на территории РК» (мероприятие 1 «Обеспечение безопасности бывшего СИП») и др.

Основные результаты исследований опубликованы в около 300 печатных работах, в том числе, 21 статья в рецензируемых журналах из списка изданий, рекомендованных ВАК РФ. Автореферат в полной мере отражает содержание диссертации.

Естественно, что одна даже отлично выполненная работа не может ответить на все доставшиеся нам со времен «холодной войны» вопросы для решения проблемы использования обширной территории СИП. Дискуссионным, на мой взгляд, вопросом

является точное определение понятия «условно «фоновых» территорий», как в пределах Семипалатинского испытательного полигона, так и применительно к другим территориям и Казахстана, и России, оказавшихся в зоне воздействия проводившихся на СИП испытаний атомного оружия. Открытым остается также вопрос о доле этих «условно «фоновых» территорий» даже в пределах СИП.

Естественным продолжением работы Сергея Николаевича Лукашенко могло бы стать комплексное картографирование территории Семипалатинского испытательного полигона и зоны его воздействия на территории Казахстана и России, которое не только в состоянии ответить на поставленные выше вопросы, но естественным образом позволит в наибольшей степени использовать наработанные в диссертации результаты и выводы. Такая работа, как и в случае предшествующей подготовки комплексных атласов по итогам радиоэкологических исследований в зоне воздействия деятельности ПО «Маяк» на Южном Урале (2013 г.) и аварии на Чернобыльской АЭС (2009 г.), печальную 30-ю годовщину которой мы отмечаем накануне защиты диссертации, с неизбежностью потребует привлечения специалистов различных направлений как из Казахстана, так и из России и, возможно, из третьих стран. Это вполне понятно, поскольку решение радиоэкологических проблем в нашей биосфере давно стало международной задачей.

Высказанные пожелания не снижают высокой оценки работы С.Н. Лукашенко и лишь подчеркивают известное правило, что хорошо спланированная и добротнo выполненная работа открывает новые горизонты исследований.

В целом, диссертационная работа С.Н. Лукашенко на тему «Радиоэкологическое обоснование возвращения территорий Семипалатинского испытательного полигона в хозяйственное использование: фундаментальные и прикладные аспекты» представляет собой законченное многолетнее исследование, выполненное на основе системного подхода. Основные положения, выносимые на защиту, обоснованы, достоверны и не вызывают сомнений.

Считаю, что диссертация соответствует требованиям, предъявляемым ВАК Российской Федерации к докторским диссертациям, а ее автор, Лукашенко Сергей Николаевич, заслуживает присуждения искомой степени доктора биологических наук по специальности 03.01.01 – радиобиология.

Доктор биологических наук, профессор,
заведующий лабораторией ландшафтной
экологии Института фундаментальных проблем
биологии РАН, зав. сектором Музея
землеведения МГУ имени М.В. Ломоносова



В.В. Снакин



30.03.2016г.

