

В диссертационный совет Д 212.196.15  
на базе ФГБОУ ВО «Российский  
экономический университет  
им. Г.В. Плеханова»,  
г. Москва, Стремянный пер., д. 36

## **ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**

**на диссертационную работу Арона Дмитрия Викторовича на тему  
«Методы оценки эффективности стратегий реабилитации радиационно  
загрязненных территорий» по специальности 08.00.13 – Математические  
и инструментальные методы экономики (экономические науки)**

### **Актуальность темы исследования**

Многолетний опыт радиоэкологического мониторинга объектов использования атомной энергии показывает, что в штатных условиях эксплуатации техногенная радиоактивность окружающей среды в районах их расположения весьма мала по сравнению с естественным фоном и практически не оказывает значимого влияния на дозы облучения населения и биоты. При этом в промышленно развитых регионах уровни радиационных рисков значительно ниже своих аналогов, обусловленных деятельностью объектов химической, добывающей промышленности и выбросами городского транспорта. Тем не менее в связи с существующей вероятностью возникновения аварийных ситуаций, сопровождающихся радиационным загрязнением территорий, именно объекты использования атомной энергии воспринимаются обществом как источник потенциальной угрозы здоровью граждан и значительного экономического ущерба для государства.

Такое видение проблемы поддерживается в среде экономистов, занятых оценкой экономических последствий уже имевших место или гипотетически возможных радиационных аварий, где радиационный фактор рассматривается как основной источник экономического ущерба, а заболеваемость и смертность среди населения – в качестве наиболее весомой статьи ущерба. Вместе с тем, как показывают данные наблюдений и модельные оценки радиационной обстановки в зонах аварий, радиационные риски на этих территориях в ряде случаев значительно переоценены, а затраты на преодоление последствий радиационного загрязнения территорий и защиту населения многократно превышают оценки как фактического, так и потенциального ущерба для здоровья и жизни людей, оказавшихся в зоне

повышенного радиационного воздействия. В этой связи в практике управления радиационной безопасностью стоит проблема экономического обоснования мер, предпринимаемых для защиты населения и восстановления аварийно загрязненных территорий, с учетом протекания сопутствующих природных и антропогенных процессов, социальных и экономических особенностей территорий, а также действующих нормативов обеспечения безопасности жизнедеятельности населения в условиях аварийного облучения.

Диссертационное исследование Арона Д. В. представляет собой комплексную научную работу, посвящённую решению важной теоретической и актуальной с практической точки зрения задачи – разработке методологических подходов по экономическому обоснованию стратегий реабилитации территорий, подвергшихся аварийному радиационному загрязнению, а также мер обеспечения радиационной безопасности населения как неотъемлемой части восстановления благоприятных условий в зонах его постоянного проживания. Важной практической частью работы является развитие и апробирование на реальных данных средств информационного обеспечения и поддержки принятия решений по защите населения и реабилитации загрязненных территорий.

Тема диссертационного исследования Арона Д. В. имеет актуальность как с точки зрения исторического опыта исследования рассматриваемой проблемы, так и с позиции практического использования его результатов и выводов.

### **Краткая характеристика содержания диссертации**

Диссертация имеет четкую логическую структуру и состоит из введения, трех глав и заключения. В конце каждой главы автор резюмирует основные выводы по ней, что значительно улучшает восприятие содержания.

В первой главе автор проводит исторический обзор опыта ликвидации последствий крупных радиационных аварий и приводит результаты собственного анализа последствий аварии на АЭС «Фукусима», на основании которых делает заключение о существовании проблемы низкой экономической эффективности мер по восстановлению пострадавших территорий и необходимости их рационализации. Автор приводит свое видение структуры основных мер, предпринимаемых на поздней стадии ликвидации последствий радиационных аварий, и состава связанных с ними экономических издержек и выгод. Представлен обзор существующих

подходов и методов оценки экономических последствий радиационных аварий, а также активно развивающихся в настоящее время инструментальных методов и программных систем, предназначенных для их анализа и оказания поддержки при принятии решений по защите населения и реабилитации территорий. В работе предложен оригинальный метод оценки экономического эффекта от дезактивации загрязненных территорий, учитывающий изменения радиационной обстановки под воздействием протекающих природных и антропогенных процессов. В целом в данной главе автором продемонстрировано глубокое понимание рассматриваемого вопроса, его истории, а также экономической и физической специфики проблемы последствий радиационного загрязнения населенных территорий.

Вторая глава посвящена решению проблемы выработки эффективных стратегий действий по ликвидации радиационного загрязнения и обеспечения безопасности населения. В ней проанализированы теоретические подходы по рационализации и оптимизации стратегий защиты населения и реабилитации территорий, предложено решение этой проблемы, базирующееся на сопоставлении ожидаемых издержек и выгод от принимаемых решений, в рамках которых обоснованы варианты критериев оптимальности и условия рациональности реализуемых стратегий. Автором также внесены предложения по уточнению состава издержек, обусловленных эвакуацией и отселением жителей, включая возникающие при этом нерадиационные риски для здоровья и необходимость компенсации изменения условий проживания. Свои выводы и заключения автор подтверждает примерами и результатами исследований последствий радиационной аварии на АЭС «Фукусима».

В третьей главе автор приводит детальное описание структуры и процесса разработки специализированной информационной системы, предназначенной для обработки данных по социально-экономической и радиационной ситуации для загрязненных территорий, построенной на собранных им из официальных японских источников актуальных данных по территории, пострадавшей при аварии на АЭС «Фукусима» в 2011 г. Автор приводит результаты своих оценок радиологических и экономических последствий загрязнения территории и предпринятых мер по ее частичной дезактивации, временной эвакуации и отселению жителей. Он приводит свои оценки эффективности проведенных в Японии защитных и реабилитационных мероприятий и предлагает вариант возможной оптимизации масштабов эвакуации населения в префектуре Фукусима,

характеризующийся значительно более низкими экономическими издержками при соблюдении нормативов обеспечения безопасности населения. Материалы данной главы позволяют оценить значительный объем работы, проделанный автором для анализа последствий данной радиационной аварии за период с 2011 по 2017 г. Ввиду недостаточной проработанности темы оценки экономических последствий аварии на АЭС «Фукусима» и анализа эффективности мер, предпринятых в Японии для защиты населения и возвращения затронутых территорий к нормальной экономической деятельности, полученные автором результаты и выводы, безусловно, представляют научный и практический интерес. Следует отметить полноту и наглядность полученных автором результатов по этой главе, представленных в табличном виде, на диаграммах и картах.

В заключении автор резюмирует полученные результаты, приводит варианты возможного их использования и пути дальнейшего развития темы исследования.

В целом диссертация производит впечатления цельной, хорошо структурированной, завершенной работы.

### **Научная новизна положений, выводов и рекомендаций**

Результаты диссертационного исследования Арона Д.В. и его вклад в развитие теории как математических, так и инструментальных методов экономики представляются значимыми и обеспечивают рост научного знания по заявленной научной проблематике.

Научная новизна в работе представлена следующими результатами:

- в соответствии с отечественными и международными нормативными документами в области радиационной безопасности в работе структурированы основные меры, применяемые для защиты населения и реабилитации территории. Предложена структура издержек и выгод, связанных с реализацией мер эвакуации и отселения жителей, дезактивации территорий, введения ограничений на экономическую деятельность и невмешательство, решения по которым принимаются после завершения активной фазы развития радиационной аварии;
- обоснована низкая экономическая эффективность мер по защите населения и реабилитации загрязненных территорий, примененных в ходе ликвидации последствий имевших место крупных радиационных аварий на предприятии «Маяк» в 1950-х гг., на Чернобыльской АЭС в 1986 г., на Сибирском химическом комбинате в 1993 г., на АЭС «Фукусима» в 2011 г.

На конкретных примерах продемонстрировано нерациональное превышение затрат в пересчете на единицу предотвращаемой дозы облучения для жителей, населяющих некоторые области проведения мероприятий по реабилитации территорий. Выявлена необходимость обоснования условий и критериев принятия экономически эффективных решений по защите населения и реабилитации радиационно загрязнённых территорий;

– разработан подход к выработке эффективных стратегий действий при радиационных авариях, основанный на реализации принципа превышения достигаемых выгод над сопутствующими издержками. Для оценки выгод предложено использовать произведение величины предотвращаемой за счет вмешательства коллективной дозы облучения на стоимостный эквивалент единицы дозы облучения, величина которого определяется нормативными положениями для конкретной территории. Обоснованы варианты критериев оптимальности стратегии действий при ликвидации последствий радиационных аварий, основанные на максимизации разницы между выгодой и издержками. Заслуживают внимания также результаты проведенного автором исследования существующих методов оценки стоимостного эквивалента единицы дозы облучения и полученные в результате выводы об условиях их применения на практике;

– предложен метод, позволяющий уточнить экономический эффект и оценить эффективность дезактивации аварийно загрязненной территории с учетом особенностей изменения на ней радиационной ситуации за счет проведения дезактивационных мероприятий, протекания естественных процессов радиационного распада и заглубления радиоактивных изотопов в почве. Практическая ценность и новизна метода заключается в возможности его применения для случаев длительной дезактивации обширных территорий, что было продемонстрировано на примере реабилитации территории одного из муниципалитетов префектуры Фукусима в Японии и сделаны выводы о ее низкой экономической эффективности;

– установлены условия эффективности для комплекса мер по реабилитации радиационно загрязненных территорий, включая дезактивацию, временное и долгосрочное отселение жителей, на основании измеряемых значений параметров радиационной обстановки и ожидаемых значений остаточной и предотвращаемой дозы облучения населения. Получено аналитическое решение задачи оптимизации издержек при вмешательстве. Предложены варианты уточнения условий за счет

усовершенствования подхода к выработке решений по вмешательству и уточнения состава издержек;

– разработана информационная система, позволяющая повысить достоверность результатов оценки социально-экономической и радиационной ситуации для территорий, пострадавших при радиационных авариях. Система спроектирована автором с применением баз данных и геоинформационных технологий на актуальных данных по территории префектуры Фукусима, загрязненной в результате аварии на АЭС «Фукусима» в 2011 г. В исследовании впервые получены численные оценки экономического эквивалента потенциального радиологического ущерба для населения префектуры, а также детальные оценки сумм издержек и выгод от дезактивации территории, проведенных временной эвакуации и отселения жителей на затронутых территориях. Сделаны выводы о низкой экономической эффективности реализованной стратегии действий на пострадавших территориях в период 2011-2017 гг. в связи с многократным превышением оцененных затрат и издержек над выгодами от снижения дозовых нагрузок для населения;

– проведен анализ возможных экономических издержек в результате проведения эвакуации жителей префектуре Фукусима по критерию ожидаемой годовой дозы от 20 до 80 мЗв/год. На его основе предложен вариант оптимизации издержек вмешательства за счет снижения масштабов проведения эвакуации в границах, определенных в соответствии с нормативно приемлемыми дозовыми критериями.

### **Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Обоснованность и достоверность выводов и результатов исследования автора подтверждается использованными им материалами работ отечественных и зарубежных специалистов в области экономики природопользования, оценки социально-экономических последствий чрезвычайных ситуаций, радиационной и ядерной безопасности, а также результатами собственных исследований, в которых он использовал статистические данные, полученные из достоверных источников.

В списке использованной литературы автор ссылается на архивные документы и монографии по теме радиационных аварий, отечественные и зарубежные нормативные документы в сфере обеспечения радиационной безопасности, многочисленные научные публикации, в том числе

авторитетные исследования последних лет в области оценки экономических, социальных и радиационных последствий загрязнения территорий.

В работе автор задействует большие объемы данных по аварии на АЭС «Фукусима», получение им из открытых официальных государственных источников в Японии: Бюро статистики Японии; Министерства окружающей среды; Министерства земли, инфраструктуры, транспорта и туризма, что повышает достоверность полученных им результатов.

Достоверность полученных результатов также обеспечивается использованием автором методов обработки больших объемов данных с задействованием современных компьютерных баз данных и картографических систем.

Полученные автором результаты и выводы прошли апробацию на научных конференциях, использовались в практических научно-исследовательских и образовательных проектах. Всего автором по теме диссертации опубликовано 13 работ, из которых 12 – в рецензируемых научных изданиях, на которые приводятся ссылки в тексте диссертации. Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации.

### **Замечания оппонента**

К тексту диссертации имеются отдельные замечания по содержанию и оформлению работы:

– было бы желательно оценить место рассматриваемых в диссертации экономических затрат, связанных непосредственно с аварийным загрязнением территории и принимаемыми в связи с ним решениями, в общей структуре экономического ущерба от крупной радиационной аварии, с учетом ее последствий для развития ядерной энергетики, а также экологического ущерба;

– во введении (стр. 5) проблемы обеспечения радиационной безопасности, реабилитации территорий при техногенных авариях с радиационным фактором, вопросы оценки экономических последствий таких аварий (с последующими ссылками на литературные источники различных организаций) объединены в одном предложении. Такая чрезмерная широта вызывает вопросы. Например, НКДАР ООН не занимается вопросами оценки экономических последствий аварий, однако фигурирует в списке литературных источников;

– на стр. 8 упоминаются опять же в чрезмерно широком контексте законодательные, нормативные и методические указания МКРЗ, МАГАТЭ,

НКДАР ООН, ВОЗ, ИБРАЭ РАН, Правительства Российской Федерации, МЧС России и других организаций. Между тем публикации МКРЗ, МАГАТЭ и НКДАР ООН не имеют законодательного или нормативного статуса;

– на стр. 14 автор приводит оценки сбросов радиоактивных веществ в реку Теча в ранний период эксплуатации ПО «Маяк» на основании архивных документов. Было бы желательно также привести современные оценки реконструкции сбросов ПО «Маяк» в этот период, выполненные в серии статей Ю.Г. Мокровым, существенно отличающихся от более ранних оценок;

– на стр. 22 приведены оценки невысокой эффективности дополнительных работ по охране водной среды после Чернобыльской аварии в период 1986-1998 гг. на основе данных публикации о радиоактивности Балтийского моря в другой временной период (1984-1991 гг.), ссылка 112;

– на стр. 32 и 111 автор ссылается на несуществующую главу 4 диссертации вместо главы 3, на стр. 73 – на несуществующий раздел 0, вместо раздела 1.3;

– на стр. 33 в качестве наиболее релевантного литературного источника о методологии принятия решений в случае радиационных аварий представлен отчет «Концепция базовых вариантов последствий возможных аварий на АС для экстренного принятия мер по защите персонала и населения» (ссылка 55). Было бы желательно также привести ссылки на ключевые публикации МАГАТЭ по данной проблеме («Готовность и реагирование в случае ядерной или радиологической аварийной ситуации», серия норм безопасности МАГАТЭ, № GSR Part 7, Вена, 2016; «Критерии для использования при обеспечении готовности и реагирования в случае ядерной или радиологической аварийной ситуации», серия норм безопасности МАГАТЭ, № GSG-2, Вена, 2012 и др.);

– в диссертации используется термин «МЭД» (стр. 36 и др.), более корректно использование термина «МАЭД» – мощность амбиентного эквивалента дозы;

– на рисунке 2.1 (стр. 82) ось ординат подписана «долл. США» вместо «млн долл. США»;

– на странице 115 первое предложение стоит перефразировать, так как в нем трижды повторяется одно и то же слово;

– местами на рисунках и в таблицах не соблюдается единообразие обозначения единиц иностранной валюты: «USD» и «долл. США»;



– в тексте также имеются опечатки (Минсредьмаш – вместо Минсредмаш, стр. 15; Коменко – вместо Косенко, ссылка 56) и неудачные выражения («экологическое загрязнение», стр. 19) в незначительном количестве.

– в списке литературы встречаются ссылки на устаревшие документы: вместо ДВ-98, ссылка 12, в настоящее время действуют методики Ростехнадзора; вместо ссылки 102 целесообразно сослаться на современные международные нормы безопасности МОНБ-2014;

– автор неоднократно упоминает в тексте о необходимости создания системы поддержки принятия решений в условиях радиационного загрязнения территорий. В заключении работы не хватает вывода о том, что разработанная автором информационная система анализа обстановки вместе с предложенными подходами по обоснованию и оптимизации издержек могут являться основой для системы поддержки принятия решений;

– с учетом актуальности и научно-практической значимости проблемы, автору рекомендуется подготовить монографию на основе выполненной диссертационной работы.

### **Заключение о соответствии критериям Положения о присуждении ученых степеней**

Диссертация Арона Д.В. является самостоятельной, законченной научно-квалифицированной работой на актуальную тему, а ее результаты имеют теоретическую и практическую значимость, как в условиях Российской Федерации, так и для стран мирового сообщества. Работа демонстрирует глубокие познания автора в теории рассматриваемой проблемы и значительный объем проделанной работы, результатами которой служат как теоретические выводы и заключения, так и численные результаты, оценки и данные.

Теоретические результаты исследования могут быть использованы для обоснования планов действий по защите населения и восстановлению загрязненных территорий в случае радиационных аварий на объектах использования атомной энергии; при формировании стратегий страхования радиационных рисков; в задачах обоснования безопасности строительства и вывода из эксплуатации радиационно опасных объектов. Результаты и накопленные материалы работы имеют ценность для дальнейшего изучения радиологических и социально-экономических последствий крупнейшей радиационной аварии последнего десятилетия – аварии на АЭС «Фукусима».

Данная диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении учёных степеней (утв. постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 № 842), предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а её автор Арон Дмитрий Викторович заслуживает присуждения учёной степени кандидата экономических наук по специальности 08.00.13 – Математические и инструментальные методы экономики (экономические науки).

**Официальный оппонент:**

Доктор физико-математических наук,  
профессор по кафедре экологии, главный  
научный сотрудник лаборатории эколого-  
геофизического моделирования и анализа  
риска, института проблем мониторинга  
окружающей среды федерального  
государственного бюджетного учреждения  
«Научно-производственное объединение  
«Тайфун»

**02 декабря 2019 г.**

**Контакты**

адрес места работы: 249038, Калужская область, г. Обнинск, ул. Победы, 4  
рабочий тел.: 8-484-39-71689  
e-mail: kryshev@rpatyphoon.ru

Подпись Крышева И.И.  
подтверждаю  
Ученый секретарь  
ФГБУ «НПО «Тайфун»



**Крышев Иван Иванович**

(подпись)

М.П.

(подпись)

**А.И. Бурков**