РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

ИНСТИТУТ ЭКОЛОГИИ РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ

И. В. МОЛЧАНОВА, Е. Н. КАРАВАЕВА

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МИГРАЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ В ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОМ ПОКРОВЕ

ЕКАТЕРИНБУРГ

2001

УДК 674.4:539.163

Молчанова И. В., Караваева Е. Н. **Эколого-геохимические аспекты миграции радионуклидов в почвенно-растительном покрове.** Екатеринбург: УрО РАН, 2001. ISBN 5—7691—1138—0.

В монографии обобщены результаты многолетних исследований по радиоэкологии почвенно-растительного покрова, выполненных в Отделе континентальной радиоэкологии Института экологии растений и животных УрО РАН. Рассматриваются закономерности поведения широкого спектра радионуклидов в модельных системах в зависимости от сопутствующих физико-химических и экологических факторов. Обсуждаются особенности миграции и распределения долгоживущих радионуклидов глобальных выпадений в почвенно-растительном покрове разных климатических зон в период интенсивных ядерных испытаний и после введения моратория. Приводятся результаты радиоэкологических исследований в зонах влияния предприятий ядерно-топливного цикла при штатной работе и в аварийных ситуациях.

Книга представляет интерес для широкого круга специалистов в области радиоэкологии, общей экологии, почвоведения, агрохимии, радиационной гигиены и охраны природы.

Ответственный редактор

академик **В. Н. Большаков**

Рецензент

доктор биологических наук **В. С. Безель**

ISBN 5—7691—1138—0

М $\frac{\text{ПРП-2000—34(01)Д—27}}{\text{8П6(03)1998}}$ ПВ—2001

© Молчанова И. В., Караваева Е. Н., 2001 г.

© УрО РАН, 2001 г.

НИКОЛАЮ ВАСИЛЬЕВИЧУ КУЛИКОВУ,
УЧИТЕЛЮ И ДРУГУ
ПОСВЯЩАЕМ

ВВЕДЕНИЕ

История становления и развития радиоэкологии в нашей стране неотделима от общей истории естествознания. Особую роль в ее формировании играют труды В. И. Вернадского. Разработанное им учение о живом веществе и биосфере Земли имеет колоссальное мировоззренческое значение (Вернадский, 1926). Идея об организованности биосферы получила блестящее развитие в трудах В. Н. Сукачева о биогеоценозах как элементарных единицах биосферы (Сукачев, 1947), а оценка результатов геохимической деятельности живых организмов легла в основу учения о биогеохимии и геохимии ландшафтов (Виноградов, 1952; Полынов, 1956; Перельман, 1961). В основе этих научных концепций лежит генетическое почвоведение, созданное трудами В. В. Докучаева. Среди прочих факторов почвообразования он подчеркивал значение фактора времени, участвующего в создании особого естественно-исторического тела природы.

Заслуга Н. В. Тимофеева-Ресовского — в синтезе и подведении итога периоду развития докучаевской школы естествознания. Он первый подчеркнул единую позицию этих естествоиспытателей в понимании природы и задач общего естествознания.

Широкомасштабные работы по созданию ядерного оружия, развернувшиеся в мире в середине 50-х гг., обусловили поступление в биосферу огромного количества искусственных делящихся материалов. Сформировался новый глобально действующий фактор — искусственные радионуклиды и порождаемые ими ионизирующие излучения. Осознание важности проблемы взаимодействия живых организмов друг с другом и со средой обитания в условиях радиоактивного загрязнения и повышенного фона радиации привело к созданию радиационной биогеоценологии или, как ее впоследствии стали называть, радиоэкологии. Название этой дисциплины, постановка основных целей и задач появились практически одновременно и независимо друг от друга в работах русских и американских исследователей (Тимофеев-Ресовский, 1957; Передельский, 1957; Odum, 1971; Platt, 1957). Радиационная биогеоценология (или радиоэкология) изучает дейст-

вие радиации на биологические объекты. В ней выделяются два взаимосвязанных направления: изучение закономерностей миграции, накопления и перераспределения радионуклидов в природных биогеоценозах и изучение влияния ионизирующих излучений на популяции, сообщества и экосистемы. Эти задачи легли в основу исследований, начатых Н. В. Тимофеевым-Ресовским в 1947 г. в лаборатории "Б" предприятия п/я 0215 и продолженных с 1955 г. в Институте биологии УФАН СССР. С этого времени Институт биологии, в настоящее время Институт экологии растений и животных УрО РАН, стал одним из признанных центров, где Н. В. Тимофеевым-Ресовским была создана научная школа и где до настоящего времени проводятся радиоэкологические исследования. Пропагандируя идеи В. В. Докучаева, В. И. Вернадского, В. Н. Сукачева, Б. Б. Полынова, а также учитывая опыт вековых наблюдений за губительными воздействиями на окружающую среду промышленных отходов, Н. В. Тимофеев-Ресовский поставил серьезную задачу — изучение вопросов, связанных с возможностью воздействия на биосферу интенсивно развивающейся атомной промышленности. При этом он подчеркивал, что "любая, достаточно широкая проблема о воздействии человека и его промышленной деятельности на окружающую природу должна в настоящее время ставиться на основе созданного В. И. Вернадским общего учения о биосфере и биогеоценотических идей В. Н. Сукачева" (Тимофеев-Ресовский, 1962).

На первом этапе этих исследований под руководством Н. В. Тимофеева-Ресовского проведены многочисленные экспериментальные работы, в которых радионуклиды рассматривались как "меченые" атомы для изучения судьбы химических элементов в биогеоценозах, а ионизирующая радиация — в качестве удобного и легко дозируемого фактора воздействия на организмы и их сообщества. Основной базой для проведения работ служила биофизическая станция "Миассово", расположенная на территории Ильменского заповедника в Челябинской области. В 50—60-е гг. на ней проведены первые радиоэкологические исследования Г. Г. Поликарповым, создавшим затем школу морских радиоэкологов в Севастополе; А. А. Передельским, сформировавшим радиоэкологическую группу в Институте эволюционной морфологии и экологии животных в Москве; на биостанции "Миассово" трудились сотрудники Коми филиала АН СССР, где впоследствии сформировался известный радиоэкологический центр по изучению природных биогеоценозов, загрязненных естественными радионуклидами; на био-

станции работали также сотрудники Зоологического института АН СССР и некоторых других учреждений страны. Работы Н. В. Тимофеева-Ресовского по радиационной биогеоценологии оказали влияние и на развитие челябинской школы радиоэкологов на Южном Урале.

В те годы изучение поведения радионуклидов преимущественно проводилось на упрощенных системах раствор—почва—раствор, вода—грунт, вода—гидробионты. В основе этих исследований лежит принцип аналитического редукционизма, состоящий в сознательном расчленении сложных природных систем на ряд более простых, рассмотрение которых начиналось с выделения и изучения в них причинно-следственных связей. В простой системе число последних невелико, в ней они легче проявляются и более доступны для изучения. Проведенные исследования позволили классифицировать радионуклиды по типу поведения в первичных экологических звеньях и выявить основные факторы и механизмы, управляющие их миграционной способностью ("Радиоактивность почв...", 1966). В работах этого периода существенное место отводилось изучению роли живых организмов в накоплении радионуклидов и их перераспределении по основным компонентам биогеоценозов. Для количественного сравнения накопительной способности организмов широко использовалось понятие коэффициента накопления. Это величина, равная отношению концентраций данного радионуклида в организме и окружающей среде при установлении равновесия. Пределы накопления радионуклидов чрезвычайно широки как для разных видов, так и для разных радионуклидов (Тимофеева-Ресовская, 1963). Практически по каждому изученному нуклиду двух десятков химических элементов выделены виды живых организмов с особенно высокими коэффициентами накопления. Виды, характеризующиеся такими коэффициентами накопления, называются специфическими накопителями, а для их вычленения предложен объективный формальный критерий — отклонение коэффициента накопления более чем на четыре сигмы от среднего значения, установленного для соответствующего вариационного ряда. В плане поиска и выделения таких специфических накопителей особенно подчеркивалась роль организмов-пионеров образования коры выветривания и формирования первичных почв — бактерий, грибов, водорослей, лишайников. В последующем такие организмы — специфические накопители того или иного радионуклида — стали использовать в качестве биоиндикаторов ра-

диоактивного загрязнения окружающей среды. К числу наиболее удобных видов-индикаторов загрязнения почвенно-растительного покрова отнесены представители мхов, лишайников, хвоя сосны и других хвойных пород. Впоследствии на фундаменте и идеологии этих исследований сформировалось оригинальное научное направление — лихено- и бриоиндикация окружающей среды, — призванное проводить мониторинговые исследования ("Лихеноиндикация...", 1978). Преимущество такого мониторинга состоит в том, что высокая концентрирующая способность живых организмов и их высокая чувствительность к присутствию в среде ряда загрязнителей позволяют исключить трудоемкие работы по анализу различных компонентов экосистем с низким содержанием в них радионуклидов и других поллютантов.

Полученный в 50—60-е гг. в лаборатории Н. В. Тимофеева-Ресовского и проанализированный огромный аналитический материал позволил создать общую платформу радиоэкологии, включающую следующие задачи:

изучение закономерностей миграции, распределения и биологического действия радиоактивных веществ в различных биогеоценозах (экосистемах),

создание научных основ прогнозирования последствий радиоактивного загрязнения биосферы,

экологическое нормирование этих загрязнений в компонентах природной среды и ослабление их вредных воздействий.

Эти задачи имеют непосредственное отношение к таким научным дисциплинам, как экология, агрохимия, почвоведение, гидробиология. Идеи "личностей-мыслителей", фактический материал и методы, рождающиеся в результате радиоэкологических исследований, обогащают перечисленные области науки, способствуя глубокому познанию структурной организации биосферы и протекающих в ней процессов (Тимофеев-Ресовский, 1962; Спэроу, Вудвелл, 1962; Куликов, Тихомиров, 1978; Куликов, 1981).

Практически одновременно с работами Н. В. Тимофеева-Ресовского и его учеников велись исследования в Биофизической лаборатории Московской сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева. Биофизическая лаборатория, созданная в 1948 г., фактически первой стала заниматься проблемами поведения искусственных радионуклидов в агросфере. Возглавил ее один из основоположников сельскохозяйственной радиоэкологии В. М. Клечковский, под руководством и по инициативе которого проводились работы по почвенной химии искусственных

радионуклидов и их поступлению в растения ("О поведении...", 1956; Гулякин, Юдинцева, 1962; Алексахин, 1963; Юдинцева, Гулякин, 1968).

Осенью 1957 г. в результате аварии, названной впоследствии Кыштымской, на ПО "Маяк" в окружающую среду было выброшено около 2 млн Ки (74 РБк) радиоактивных веществ. В связи с этой ситуацией в 1958 г. организована Опытная научно-исследовательская станция (ОНИС) химкомбината "Маяк", бессменным координатором работ на которой был В. М. Клечковский. За работы, выполненные в зоне воздействия ядерной аварии, группе исследователей во главе с В. М. Клечковским в 1974 г. присуждена Государственная премия. К сожалению, информация о радиационной ситуации на Урале долго оставалась секретной и фактически только после аварии на Чернобыльской АЭС стала достоянием общественности и радиоэкологической науки ("Итоги...", 1990).

Н. В. Тимофеев-Ресовский не был привлечен к этим работам. Однако, предвидя возможность масштабных загрязнений окружающей среды, "готовя фундамент для будущих дел", он в общей проблеме воздействия атомной промышленности на биосферу выделяет три наиболее важных вопроса:

1. Изучение судьбы радионуклидов, попадающих в различные биогеоценозы, а именно путей и "размерностей" их миграции из центров загрязнений.

2. Изучение действия ионизирующих излучений.

3. Разработка различных мероприятий по борьбе с вредными радиоактивными загрязнениями. Он ясно показывает, что "вся проблема защиты биосферы и все вопросы по разработке частных мероприятий по охране природы являются проблемой биогеоценологической. Для ее решения необходимо внедрять, особенно в промышленно-технические круги, современные представления о биосфере нашей планеты и о биогеохимических процессах" (Тимофеев-Ресовский, 1962).

Грандиозный биогеохимический круговорот веществ, в который включаются и поступающие в биосферу радионуклиды, обусловлен как взаимодействиями живых организмов между собой и косными компонентами среды, так и взаимодействиями между собой живых сообществ, более или менее самостоятельных объектов природной среды. Такими объектами, согласно концепции Н. В. Тимофеева-Ресовского об уровнях организации жизни, являются биогеоценозы — элементарные единицы современной биосферы (Тимофеев-Ресовский, Тюрюканов, 1966).

В исследовании природных систем, состоящих из нескольких взаимодействующих объектов-биогеоценозов, как бы дополняя редукционно-аналитический принцип, находит широкое применение системный подход. Системный анализ исходит из того факта, что рассматриваемые объекты, обладая известной независимостью, определенным образом взаимосвязаны. Эта связь может осуществляться, например, через геохимический сток веществ. С этой точки зрения Н. В. Тимофеев-Ресовский рассматривал миграцию веществ в цепях биогеоценозов как серию сопряженных процессов рассеивания и концентрирования веществ в организмах, почвах, водах, грунтах, атмосфере (Тимофеев-Ресовский и др., 1966). В дальнейшем на этой основе разработаны принципы и методы радиоэкологических ландшафтно-геохимических исследований (Тюрюканова, 1968), которые заключаются в выделении определенных участков ландшафта (водоразделов, склонов, речных долин, заболоченных понижений), локализующихся на сопряженных по стоку элементах рельефа, и выявлении путей и темпов миграции в них химических элементов и радионуклидов. Существенно то, что исследуются определенные сочетания почв, связанные поверхностным и внутрипочвенным стоком, так что в ландшафте формируются зоны рассеяния и вторичной аккумуляции — ландшафтно-геохимические барьеры — химических веществ. Полученные данные создают основу для почвенно-экологического анализа и долгосрочного прогнозирования миграции и распределения радионуклидов в почвенно-растительном покрове. С использованием системного ландшафтно-геохимического подхода стали возможны измерения уровня загрязнения почвенно-растительного покрова в пределах границ бывшего Советского Союза в период массовых испытаний ядерного оружия (Тюрюканова, 1968; Павлоцкая, 1974; Алексахин, Нарышкин, 1977). Выявлены зоны рассеяния и вторичной аккумуляции радионуклидов в природной среде, оценено влияние локальных экологических условий на скорость миграции и поступление радионуклидов через пищевые цепочки в организм человека (Тюрюканова, 1974; Моисеев, Рамзаев, 1975).

В 50—60-е гг. проведены многочисленные эксперименты по изучению сравнительной радиочувствительности нескольких десятков видов растений и животных, результаты которых легли в основу первых прогнозов действия радиации на биогеоценозы (Преображенская, 1971; Криволуцкий, 1983).

Накопление информации о специфических особенностях поведения радионуклидов в той или иной среде обитания живых организмов обусловило процесс дифференциации радиоэкологии и формирования в ней самостоятельных научных направлений: сельскохозяйственной, лесной, морской и континентальной радиоэкологий.

Задача сельскохозяйственной радиоэкологии — изучение закономерностей миграции радионуклидов в агропромышленной сфере и разработка комплекса агротехнических, агрохимических, зоотехнических мероприятий, цель которых — получение сельскохозяйственной продукции с минимальным содержанием радионуклидов. Наиболее полно разработанный раздел сельскохозяйственной радиоэкологии — агрохимия долгоживущих радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs (Гулякин, Юдинцева, 1973). Центр развития данного направления — Всероссийский научно-исследовательский Институт сельскохозяйственной радиологии и агроэкологии (ранее ВНИИСХР). Наиболее важные результаты работ по сельскохозяйственной радиоэкологии освещены в литературе (Радиоэкология орошаемого земледелия, 1985; Сельскохозяйственная радиоэкология, 1991).

Задача лесной радиоэкологии — выявление специфики поведения радионуклидов в лесных экосистемах. Разные типы леса обладают большой задерживающей способностью по отношению к различным радионуклидам и медленным самоочищением от них надземной фитомассы. Это замедляет процессы круговорота химических элементов и создает условия для хронического облучения растений и животных, обитающих в лесах. Результаты таких исследований используются для построения пространственно-временных моделей перераспределения радионуклидов в пределах лесного биогеоценоза, которые необходимы в первую очередь для разработки научно обоснованных рекомендаций по ведению лесного хозяйства на территориях с повышенным содержанием радионуклидов (Тихомиров, 1972; Алексахин, Нарышкин, 1977; Юшков, 1987; “Действие ионизирующей радиации...”, 1988; “Радиационное воздействие...”, 1990; “Влияние ионизирующего излучения...”, 1996).

Главная задача морской радиоэкологии — исследование динамических состояний морских сообществ в связи с радиационной нагрузкой, обусловленной глобальными выпадениями, сбросами радиоактивных отходов, загрязненным речным стоком, и оценка экологических механизмов их самоочищения от поллю-

тантов (Поликарпов, 1964; Поликарпов, Егоров, 1986; Матишов и др., 1994).

На основе обширного экспериментального материала была сформулирована концепция континентальной радиоэкологии как радиоэкологии наземных экосистем и внутренних водоемов (Куликов, Молчанова, 1975; Алексахин, 1982; Куликов, Чеботина, 1988; Чеботина и др., 1992). При этом было подчеркнуто, что природную среду нельзя рассматривать в качестве пассивного разбавителя радиоактивных загрязнений. В силу структурно-функциональных особенностей экологические системы способны перераспределять радиоактивные вещества по составляющим их компонентам. В результате концентрации радионуклидов в отдельных звеньях могут оказаться весьма высокими. Так, многие гидробионты аккумулируют в себе радионуклиды в количествах, превышающих их концентрации в водной среде на порядки величин. Поэтому даже в тех случаях, когда содержание радионуклидов в воде поддерживается в пределах допустимых санитарных норм ("Нормы...", 1996), концентрация радионуклидов в водных организмах может достигать таких уровней, что они становятся непригодны для употребления человеком (Тимофеева-Ресовская, 1963; Корнберг, Девис, 1971; Куликов, 1971; Auerbach, 1971). Примером влияния локальных экологических условий на скорость миграции и количество радионуклидов, поступающих в рацион человека, могут служить цепочка "лишайник—олень—человек" в арктических экосистемах или трофическое звено "кормовые травы—молочный скот—молоко" (Воккен, 1973; Моисеев, Рамзаев, 1975; Liden, Gustafsson, 1967).

В работах по континентальной радиоэкологии существенное место отводится радиоэкологическим исследованиям почвенно-растительного покрова биосферы, поскольку именно он является первым экраном на пути поступления радиоактивных веществ из атмосферы на земную поверхность. Через него, как через глобальную биокосную мембрану, идет радионуклидный обмен между атмосферой и гидросферой. При этом почвы, в которых совершаются процессы вторичного синтеза и деструкции огромного количества веществ биогенной природы, а также различные биогеохимические и биоэнергетические превращения, становятся основным депо радионуклидов в наземной природной среде. Эта тонкая, наиболее насыщенная жизнью оболочка биосферы, вместе с тем и наиболее чувствительна к повреждающим лучевым воздействиям в случае радиоактивно-

го загрязнения (Добровольский, 1981; Криволуцкий и др., 1988; Розанов, 1988).

Развитие атомной промышленности и энергетики, осложненное рядом аварийных ситуаций и катастроф, сопровождалось вовлечением в радиоэкологические исследования широкого набора наведенных нейтронами радионуклидов, а также естественных и трансурановых радионуклидов, сопутствующих ядерному топливному циклу. При этом увеличился масштаб проводимых исследований в местах расположения штатно-работающих АЭС и зонах ядерных аварий. Так, опыт и методология работ, накопленные радиоэкологами, представляющими различные направления, были реализованы в многолетних комплексных исследованиях в зоне Восточно-Уральского радиоактивного следа, проведенных спустя более 40 лет после имевшей место аварии ("Действие ионизирующей радиации...", 1988; "Итоги...", 1990; "Экологические последствия...", 1993).

В результате деятельности химкомбината "Маяк" в первые годы его существования, помимо Кыштымской аварии, создана критическая ситуация на р. Тече, в которую в течение ряда лет сбрасывались радиоактивные отходы без очистки и нормирования. В итоге вода, донные отложения, биота и пойменные ландшафты реки оказались загрязненными долгоживущими радионуклидами. Радиоэкологические исследования этой речной экосистемы в полном объеме начались 40 лет спустя после загрязнения ее радиоактивными отходами. Полученные данные свидетельствуют о том, что современные уровни радиоактивного загрязнения р. Течи и прилегающих пойменных ландшафтов попрежнему высоки. Большая часть сброшенных радионуклидов находится в каскаде водохранилищ в верхнем течении реки, а часть (более 10^{15} Бк) вышла за ее пределы, сформировала радиоактивный след в Обь-Иртышской речной системе и мигрировала в северные моря (Трапезников и др., 1993).

Авария на Чернобыльской АЭС по своим масштабам превзошла все ядерные инциденты и обусловила глобальное повышение уровня радиоактивности на земном шаре. Опыт специалистов-радиоэкологов, накопленный ранее, был в полной мере востребован при оценке и смягчении последствий этой катастрофы. Итоги десятилетних усилий специалистов, работавших в зоне ядерной аварии и за ее пределами, освещены в литературе ("Радиационное воздействие...", 1990; "Радиоэкологические последствия...", 1991; Козубов, Таскаев, 1994; Маслова и др., 1994; "Воз-

действие радиоактивного...", 1996; "Влияние ионизирующего...", 1996). Глобальный характер Чернобыльской аварии обусловил беспрецедентную открытость радиоэкологических исследований и масштабность международного научного сотрудничества (UNSCEAR, 1988; "Comparative assessment...", 1991). Сотрудничество специалистов разных стран обогатило методологию радиоэкологических исследований, внесло вклад в фундаментальную радиоэкологию и позволило выйти на новый уровень оценки проблем радиационного воздействия на окружающую среду.

В целом радиоэкологические исследования способствуют как более глубокому познанию структурно-функциональной организации экологических систем, так и решению проблем по созданию рациональных взаимоотношений между развивающейся промышленностью и биологическими продуктивными силами Земли. Эти проблемы в основе своей биогеоценологические, и стратегия их решения строится на базе современных представлений о биосфере и биологических процессах.

Настоящая книга посвящена обобщению результатов многолетних экспериментальных, стационарных и сравнительно-географических радиоэкологических исследований почвенно-растительного покрова, проводимых в Отделе континентальной радиоэкологии Института экологии растений и животных УрО РАН. Наряду с изложением современных проблем и достижений радиоэкологии дана ретроспективная оценка комплекса исследований, проведенных ранее под руководством и при непосредственном участии Н. В. Тимофеева-Ресовского.

В первой главе кратко излагаются наиболее интересные данные экспериментальных исследований в модельных системах раствор—почва—раствор и почва—растение, а также в естественных биогеоценозах, поскольку наиболее подробно они рассматривались ранее (Н. В. Куликов, И. В. Молчанова, 1975; Н. В. Куликов, И. В. Молчанова, Е. Н. Караваева, 1990).

В последующих главах анализируется современное состояние радиоэкологии почвенно-растительного покрова и приводятся результаты исследований, проведенных в период интенсивных глобальных выпадений из атмосферы и во время стабилизации, исследований в зонах влияния штатно-работающих предприятий ядерно-топливного цикла и крупных ядерных аварий. Осуществлению этих исследований во многом способствовало многолетнее сотрудничество с Н. В. Куликовым — учеником и последователем Н. В. Тимофеева-Ресовского.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алексахин Р. М. Радиоактивное загрязнение почвы и растений. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 132 с.

Алексахин Р. М., Нарышкин М. А. Миграция радионуклидов в лесных биогеоценозах. М.: Наука, 1977. 141 с.

Алексахин Р. М. Ядерная энергия и биосфера. М.: Энергоиздат, 1982. 215 с.

Ааркрог А., Дальгаардт Г., Караваева Е. Н. и др. О содержании долгоживущих радионуклидов в почвах и древесных растениях зоны ядерной аварии на Южном Урале // Экология, 1992. № 4. С. 50—55.

Архипов Н. П., Тюменцева Л. М., Февралева Л. Т. и др. Поведение естественных радиоактивных нуклидов техногенного происхождения в почвах // Экология, 1982. № 1. С. 31—38.

Багдалов Н. Б., Мулинов М. М., Мулинов Т. М. Гамма-спектр естественной радиации растений // Тр. Самарканд. ун-та, 1972. Вып. 223. С. 174—178.

Баранов В. И. Об усвоении радиоактивных элементов растениями // ДАН СССР, 1939. Т. 24, № 9. С. 945—949.

Березина И. Г., Чечеткин В. А., Хомулева М. В. и др. Радиоактивное загрязнение биологических объектов и природных сред в районе пос. Муслюмово (Челябинская обл.) // Радиационная биология. Радиоэкология, 1993. Т. 33, вып. 2(5). С. 748—759.

Бочкарев В. М., Антропова З. Г., Белова Е. И. Миграция стронция-90 и церия-144 в почвах различного механического состава // Почвоведение, 1964. № 9. С. 56—59.

Бурец Л. А., Граковский В. Г. Вынос стронция-90 и цезия-137 из различных почв ежой сборной в модельном опыте // Бюл. Почв. ин-та ВАСХНИЛ, 1979. № 21. С. 32—43.

Буроземообразование и псевдооподзоливание в почвах Русской равнины / Отв. ред. С. В. Зонн. М.: Наука, 1974. 275 с.

Вернадский В. И. Биосфера. Л.: Науч. хим.-техн. изд-во, 1926. 146 с.

Вернадский В. И. О концентрации радия живыми организмами // ДАН СССР. Сер. А, 1929. Т. 2. С. 33—37.

Вернадский В. И. О концентрации радия растительными организмами // ДАН СССР. Сер. А, 1930. Т. 20. С. 539—542.

Виноградов А. П. Основные закономерности распределения микроэлементов между растениями и средой // Микроэлементы в жизни растений и животных. М., 1952. С. 7—20.

Виноградов А. П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. М.: Изд-во АН СССР, 1957. 238 с.

Влияние ионизирующего излучения на сосновые леса в ближней зоне Чернобыльской АЭС / Ю. Д. Абатуров, А. В. Абатуров, А. В. Быков и др. М.: Наука, 1996. 240 с.

Возбуцкая А. Е. Химия почвы. М.: Высш. шк., 1968. 427 с.

Воздействие радиоактивного загрязнения на наземные экосистемы в зоне аварии на Чернобыльской АЭС (1986—1996 гг.). В 2 т. Сыктывкар, 1996. Т. 1. 204 с.; т. 2. 114 с.

Воккен Г. Г. Ветеринарная радиобиология. Л.: Колос, 1973. 240 с.

Горнак А. И. Влияние предварительной обработки на обменную емкость глауконита // Ионообмен и сорбция из растворов. Минск, 1963. С. 149.

Гиль Т. В. Влияние pH среды на поглощение радия типичной сильноподзолистой почвой (в экспериментальных условиях) // Миграция и биологическое действие естественных радионуклидов в условиях северных биогеоценозов. Сыктывкар, 1980. С. 51—57.

Горбунов Н. И. Минералогия и физическая химия почв. М.: Наука, 1978. 291 с.

Горяченкова Т. А. Формы нахождения и миграция плутония в почвах: Автореф. дис. ... канд. хим. наук. М.: Ин-т геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского РАН, 1995.

Горяченкова Т. А., Павлоцкая Ф. И., Емельянов В. В. Формы нахождения плутония в почвах, загрязненных при аварии на ЧАЭС // Радиационные аспекты Чернобыльской аварии. СПб., 1993. Т. 1. С. 186—191.

Горяченкова Т. А., Павлоцкая Ф. И., Мясоедов Б. Ф., Емельянов В. В. Содержание и распределение плутония в почвах ближней зоны воздействия Белоярской АЭС // Атомная энергия, 1992. Т. 73, № 3. С. 229—233.

Готлиб В. И., Зырянов А. П., Колтик И. И., Фатькин А. Г. Радиационная обстановка в окружающей среде около Белоярской АЭС им. И. В. Курчатова // Радиационная безопасность и защита АЭС / Под. ред. Ю. А. Егорова. М., 1982. Вып. 7. С. 182—185.

Груздев Б. И. Метод сопряженного анализа некоторых компонентов биогеоценоза при изучении миграции радиоактивных элементов // Методы радиоэкологических исследований / Под. ред. И. Н. Верховской. М., 1971. С. 54—58.

Губкин М. П., Подкопаев В. А., Гамзиков Б. А. Отчет о геолого-съемочных работах масштаба 1 : 50 000, проведенных Эльконской партией в 1961—1963 гг. ТУКЭ, 1964. 154 с.

Гулякин И. В., Юдинцева Е. В. Поступление в растения продуктов деления и накопление их в урожае при внесении в почву извести, перегноя и калийных удобрений // Изв. ТСХА, 1957. № 2. С. 121—140.

Гулякин И. В., Юдинцева Е. В. Влияние длительного применения удобрений на накопление радиоактивных продуктов деления в урожае овса // Изв. ТСХА, 1959. № 3. С. 37—56.

Гулякин И. В., Юдинцева Е. В. Радиоактивные продукты деления в почве и растениях. М.: Госатомиздат, 1962. 276 с.

Гулякин И. В., Юдинцева Е. В. Сельскохозяйственная радиобиология. М.: Колос, 1973. 271 с.

Гулякин И. В., Юдинцева Е. В., Левина Э. М. Влияние влажности почвы на поступление стронция-90 и цезия-137 в растения // Агрохимия, 1976. № 2. С. 102—107.

Дегтева М. С., Кожеуров В. П., Воробьева М. И. Реконструкция дозы населения, облучавшегося вследствие сбросов радиоактивных отходов в р. Течу // Атомная энергия, 1992. Т. 72, вып. 4. С. 386—390.

Действие ионизирующей радиации на биогеоценоз / Под ред. М. С. Гилярова и Р. М. Алексахина. М.: Наука, 1988. 240 с.

Добровольский Г. В. Важнейшие проблемы охраны и рационального использования почв // Проблемы взаимодействия общества и природы. М., 1981. С. 44—50.

Долгов С. И. Исследование подвижности почвенной влаги и ее доступности для растений. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1948. 208 с.

Дричко В. Ф. Поведение в природной среде тяжелых естественных радионуклидов // Итоги науки и техники. Радиационная биология / Под ред. Р. М. Алексахина. М., 1983. Т. 4. С. 66—98.

Заключение комиссии по оценке экологической ситуации в районе деятельности производственного объединения "Маяк" Минатомэнергопрома СССР, организованной распоряжением Президиума АН СССР № 1140—501 от 12. 06. 90 // Радиобиология, 1991. Т. 31, № 3. С. 436—452.

Израэль Ю. А., Петров В. А., Авдюшин С. И. и др. Радиоактивное загрязнение природных сред в зоне аварии на Чернобыльской АЭС // Метеорология и гидрология, 1987. № 2. С. 5—18.

Израэль Ю. А., Соколовский В. Г., Соколов В. Е. и др. Экологические последствия радиоактивного загрязнения природных сред в районе аварии Чернобыльской АЭС // Атомная энергия, 1988. Т. 64, вып. 2. С. 28—40.

Информация об аварии на Чернобыльской АЭС и ее последствиях, подготовленная для МАГАТЭ // Атомная энергия, 1986. Т. 61, вып. 5. С. 301—320.

Искра А. А., Бахуров В. Г. Естественные радионуклиды в биосфере. М.: Энергоиздат, 1981. 123 с.

Итоги изучения и опыт ликвидации последствий аварийного загрязнения территории продуктами деления урана / Под ред. А. И. Бурназяна. М.: Энергоатомиздат, 1990. 145 с.

Караваева Е. Н. Экспериментальное изучение влияния влажности почвы на поведение радиоизотопов стронция, цезия и церия в модельных системах почва—раствор и почва—растение: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Свердловск: ИЭРиЖ УНЦ АН СССР, 1973.

Караваева Е. Н., Молчанова И. В. Роль некоторых категорий почвенной влаги в вертикальном перемещении ^{90}Sr и ^{137}Cs // Экология, 1979. № 1. С. 48—52.

Караваева Е. Н., Шехурина Н. И. Влияние нормы полива и способа внесения ^{226}Ra в почву на поведение радионуклида в системе почва—растение // Радиоэкологические исследования компонентов модельных и природных экосистем. Свердловск, 1988. С. 22—27.

Караваева Е. Н., Куликов Н. В., Молчанова И. В. Радиоэкологические исследования природных экосистем в зоне сбросов жидких отходов Белоярской АЭС на Урале // Экология регионов атомных станций. М., 1994. С. 105—143.

Караваева Е. Н., Молчанова И. В. Радиоэкологический мониторинг в зоне влияния жидких сбросов Белоярской АЭС // Дефектоскопия, 1995. № 4. С. 62—67.

Караваева Е. Н., Молчанова И. В. Накопление радионуклидов лекарственными растениями в зоне влияния Белоярской АЭС // Экология, 1998. № 5. С. 404—406.

Кауричев И. С., Ноздрунова Е. М. Общие черты генезиса почв временного избыточного увлажнения // Новое в теории оподзоливания и осолодения почв / Отв. ред. А. А. Роде. М., 1964. С. 45—61.

Кварацхелиа Н. Т., Арнаутов Г. Н. Влияние некоторых свойств почв на вынос радиостронция ячменем // Сообщ. АН ГССР, 1964. № 3, вып. 36. С. 641—646.

Клечковский В. М., Гулякин И. В. Поведение в почвах и растениях микроколичеств стронция, цезия, рутения и циркония // Почвоведение, 1958. № 3. С. 1—16.

Клечковский В. М., Соколова Л. Н., Целищева Г. Н. Сорбция микроколичеств стронция и цезия почвами // Труды Второй международной конференции по мирному использованию атомной энергии. Женева; Вена, 1958. Т. 18. С. 486—493.

Клечковский В. М., Федоров Е. А., Архипов Н. П. и др. Закономерности почвенного и аэрального поступления радиоактивного стронция в сельскохозяйственные растения // Почвоведение, 1973. № 5. С. 38—47.

Ковалевский А. Л. О поглощении радия различными видами растений // Изв. СО АН СССР. Сер. биол.-мед. наук, 1965. № 4, вып. 1. С. 53—61.

Ковалевский А. Л. Биогеохимия растений. Новосибирск: Наука, 1991. 294 с.

Ковда В. А. Основы учения о почвах. М.: Наука, 1973. Т. 1. 446 с.; т. 2. 467 с.

Козубов Г. М., Таскаев А. И. Радиобиологические и радиоэкологические исследования древесных растений. СПб.: Наука, 1994. 254 с.

Кокотов Ю. А., Попова Р. Ф. Сорбция долгоживущих продуктов деления почвами и глинистыми минералами. III. Селективность почв и глин по отношению к ^{90}Sr в различных условиях // Радиохимия, 1962. Т. 4, вып. 3. С. 328—334.

Корнберг Х., Девис Д. Пищевые цепи в пресных водах // Радиоактивность и пища человека. М.: Атомиздат, 1971. С. 272—297.

Корнеев Н. А., Корнеева Н. В. Влияние глубины вспашки на накопление стронция-90 растениями полевого севооборота // Докл. ВАСХНИЛ, 1971. № 7. С. 12—14.

Корнеев Н. А., Корнеева Н. В., Попова Т. П. Накопление стронция-90 в кормовых культурах при размещении радионуклида в пахотном и подпахотном слоях почвы // Докл. ВАСХНИЛ, 1976. № 2. С. 26—27.

Корнеев Н. А., Сироткин А. Н. Итоги и проблемы радиоэкологического мониторинга в кормопроизводстве и животноводчестве (обзор) // Сельскохоз. биол., 1986. № 7. С. 51—59.

Корнеев Н. А., Сироткин А. Н., Корнеева Н. В. Снижение радиоактивности в растениях и продуктах животноводства. М.: Колос, 1977. 206 с.

Криволуцкий Д. А. Радиоэкология сообществ наземных животных. М.: Энергоатомиздат, 1983. 76 с.

Криволуцкий Д. А., Тихомиров Ф. А., Федоров Е. А. и др. Действие ионизирующей радиации на биогеоценоз. М.: Наука, 1988. 240 с.

Куликов Н. В. Действие Na ЭДТУ на поведение радиокобальта в системе почва—растение // ДАН СССР, 1960. Т. 133, № 3. С. 698—701.

Куликов Н. В. Влияние некоторых комплексонов на сорбцию радиоизотопов почвой // Поведение радиоизотопов в модельных системах наземных и пресноводных биогеоценозов. Свердловск, 1968. С. 21—26.

Куликов Н. В. Радиоэкология пресноводных растений и животных // Современные проблемы радиобиологии. Т. 2. Радиоэкология / Под общ. ред. А. М. Кузина. М., 1971. С. 367—384.

Куликов Н. В. Биоиндикация радиоактивного загрязнения внутренних водоемов // Биологические методы оценки природной среды. М., 1978. С. 152—158.

Куликов Н. В. Экология и атомная энергетика // Экология, 1981. № 4. С. 5—11.

Куликов Н. В., Молчанова И. В. Континентальная радиоэкология (почвенные и пресноводные экосистемы). М.: Наука, 1975. 183 с.

Куликов Н. В., Пискунов Л. И. О роли растений в вертикальной миграции стронция-90 и цезия-137 в почве // Агрохимия, 1970. № 7. С. 115—122.

Куликов Н. В., Пискунов Л. И. Метод количественной оценки влияния растений на вертикальную миграцию некоторых радионуклидов в почве // Методы радиоэкологических исследований / Под ред. И. Н. Верховской. М., 1971. С. 58—66.

Куликов Н. В., Тихомиров Ф. А. Некоторые теоретические и прикладные аспекты радиоэкологии // Экология, 1978. № 3. С. 5—10.

Куликов Н. В., Чеботина М. Я. Радиоэкология пресноводных экосистем. Свердловск: УрО АН СССР, 1988. 129 с.

Куликов Н. В., Молчанова И. В., Караваева Е. Н. Радиоэкология почвенно-растительного покрова. Свердловск: УрО АН СССР, 1990. 169 с.

Кунашева К. Г. О распределении радия и урана в растении, выращенном в среде с различной концентрацией этих элементов // Тр. Биогеохим. лабор. АН СССР. М., 1939. Т. 5. С. 197—200.

Лихеноиндикация состояния окружающей среды / Отв. ред. Т. Пийн. Таллин, 1978. 197 с.

Любимова С. А. Некоторые закономерности миграции стронция-90 и цезия-137 в пресноводных озерах: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Свердловск: ИЭРиЖ УФАН СССР, 1971.

Малюга Д. П. Биогеохимический метод поисков рудных месторождений. М.: Наука, 1965. 260 с.

Манская С. М., Дроздова Т. В. Геохимия органического вещества. М.: Наука, 1964. 315 с.

Марей А. Н., Бархударов Р. М., Новикова Н. Я. Глобальные выпадения цезия-137 и человек. М.: Атомиздат, 1974. 166 с.

Маслова К. И., Материй Л. Д., Ермакова О. В., Таскаев А. И. Атлас патоморфологических изменений у полевок-экономок из очагов локального радиоактивного загрязнения. СПб.: Наука, 1994. 192 с.

Материалы Российско-Американских общественных слушаний по безопасному обращению с плутонием, 31 мая—2 июня 2000 г. Екатеринбург, 2000. 89 с.

Матишов Г. Г., Матишов Д. Г., Щипа Е., Риссанен К. Радионуклиды в экосистеме региона Баренцева и Карского морей. Апатиты: Изд. Кольского НЦ, 1994. 238 с.

Методические рекомендации по санитарному контролю за содержанием радиоактивных веществ в объектах внешней среды / Под ред. А. Н. Марея, А. С. Зыковой. М., 1980. 336 с.

Михайловская Л. Н. Миграция и трансформация физико-химических форм стронция-90 и цезия-137 в почвах: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Екатеринбург: ИЭРиЖ УрО РАН, 1998.

Михайловская Л. Н., Караваева Е. Н., Молчанова И. В. Влияние режима увлажнения на подвижность радионуклидов в почвах аварийной зоны Чернобыльской АЭС // Экология, 1992. № 2. С. 76—79.

Михайловская Л. Н., Молчанова И. В., Караваева Е. Н. Формы нахождения и миграция радионуклидов в почвах аварийной зоны Чернобыльской АЭС // Агрохимия, 1993. № 1. С. 98—101.

Михайловская Л. Н., Молчанова И. В., Караваева Е. Н., Позолотина В. Н. Поведение тяжелых естественных радионуклидов в техногенных ландшафтах Южной Якутии // Экология, 1996. № 3. С. 203—205.

Михайловская Л. Н., Молчанова И. В., Караваева Е. Н. Физико-химические формы радионуклидов аварийных выпадений ЧАЭС в лесных подстилках // Экология, 1999. № 5. С. 348—351.

Моисеев А. А., Тихомиров Ф. А., Рерих Л. А. О влиянии влажности почвы на поступление ^{137}Cs в сельскохозяйственные растения // Агрохимия, 1974. № 7. С. 124—127.

Моисеев А. А., Рамзаев П. В. Цезий-137 в биосфере. М.: Атомиздат, 1975. 182 с.

Моисеев А. А., Тихомиров Ф. А., Рерих Л. А. Динамика накопления ^{137}Cs сельскохозяйственными культурами в полевом опыте // Агрохимия, 1986. № 8. С. 92—95.

Молчанова И. В. Радиоэкологические аспекты почвенно-растительного покрова: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Обнинск: Всесоюз. науч.-исслед. ин-т сельхоз. радиологии. 1991.

Молчанова И. В., Куликов Н. В. Распределение стронция-90 и цезия-137 в почвенно-растительном покрове тундры // ДАН СССР, 1970. Т. 195, № 4. С. 959—961.

Молчанова И. В., Караваева Е. Н. Распределение радиоизотопов в системе почва—почвенный раствор—растение в зависимости от влажности почвы // Экология, 1971. № 1. С. 107—109.

Молчанова И. В., Куликов Н. В. Радиоактивные изотопы в системе почва—растение. М.: Атомиздат, 1972. 84. с.

Молчанова И. В., Караваева Е. Н., Куликов Н. В. Влияние влажности почвы на поступление стронция-90 в растения // Экология, 1972. № 3. С. 78—80.

Молчанова И. В., Михайловская Л. Н. О прочности закрепления радионуклидов в почвах и озерных грунтах // Радиоактивные изотопы в почвенно-растительном покрове. Свердловск, 1979. С. 22—28.

Молчанова И. В., Караваева Е. Н., Куликов Н. В. Некоторые итоги радиоэкологического изучения природных экосистем в зоне Белоярской АЭС // Экология, 1985. № 5. С. 30—34.

Молчанова И. В., Титлянова А. А. К вопросу о поведении микроколичеств иттрия и церия в почве // Радиохимия, 1965. Т. 7. Вып. 6. С. 687—692.

Молчанова И. В., Караваева Е. Н., Позолотина В. Н. и др. Радионуклиды в почвах Восточно-Уральского радиоактивного следа // Дефектоскопия, 1998. № 4. С. 87—91.

Недбаевская Н. А., Санжарова Н. И., Блинова Л. Д. и др. Динамика содержания радионуклидов в выпадениях, пастбищной растительности и молоке в Ленинградской области после аварии на Чернобыльской АЭС // Атомная энергия, 1990. Т. 14, вып. 3. С. 100—110.

Никипелов Б. В., Романов Г. Н., Булдаков Л. А. и др. Об аварии 29 сентября 1957 г. // Информ. бюл. Межвед. совета по информации и связям с общественностью в области атом. энергии. М., 1990. С. 39—48.

Никифорова Е. М. Торий и радий в степных ландшафтах Южного Забайкалья // Вестн. МГУ. Сер. 5, 1969. № 2. С. 48—56.

Нифонтова М. Г., Куликов Н. В. О накоплении стронция-90 и цезия-137 лишайниками в природных условиях // Экология, 1977. № 3. С. 93—96.

Нифонтова М. Г., Куликов Н. В. О накоплении стронция-90 и цезия-137 некоторыми видами низших растений в окрестностях Белоярской атомной электростанции на Урале // Экология, 1981. № 6. С. 94—97.

Нифонтова М. Г., Куликов Н. В. О накоплении радионуклидов симбионтами лишайников // Экология, 1983. № 1. С. 78—80.

Нифонтова М. Г., Куликов Н. В. Цезий-137 в растениях окрестностей Белоярской атомной электростанции им. И. В. Курчатова // Экология, 1984. № 5. С. 81—83.

Нифонтова М. Г., Куликов Н. В. Динамика распределения радионуклидов стронция и цезия в компонентах наземных экосистем в зоне Белоярской АЭС на Урале // Экология, 1990. № 3. С. 77—80.

Нифонтова М. Г., Куликов Н. В., Таршис Г. И., Дьяченко А. П. Радиоэкологическое изучение природных экосистем в зоне атомных электростанций // Экология, 1988. № 3. С. 40—45.

Нормы радиационной безопасности (НРБ-96): Гигиенические нормативы. М.: Информ.-издат. цетр Госкомэпиднадзора России, 1996. 127 с.

О поведении радиоактивных продуктов деления в почвах, их поступлении в растения и накоплении в урожае / Под ред. В. М. Клечковского. М.: Изд-во АН СССР, 1956. 215 с.

Орлов М. Ю., Сныков В. П., Бочков Л. П. Загрязнение почвы населенных пунктов России радионуклидами вследствие аварии на Чернобыльской АЭС // Атомная энергия, 1994. Т. 76, вып. 3. С. 209—212.

Отдаленные эколого-генетические последствия радиационных инцидентов: Тоцкий радиоактивный взрыв (Оренбургская область, 1954 г.) / А. Г. Васильев, В. М. Боев, Э. А. Гилева и др. Екатеринбург: Изд-во "Екатеринбург", 2000.

Павлоцкая Ф. И. Миграция радиоактивных продуктов глобальных выпадений в почвах. М.: Атомиздат, 1974. 215 с.

Павлоцкая Ф. И. Формы нахождения и миграция радиоактивных продуктов глобальных выпадений в почвах: Автореф. дис. ... докт. хим. наук. М.: Ин-т геохим. и аналит. хим. им. В. И. Вернадского РАН, 1981.

Павлоцкая Ф. И., Зацепина А. Н., Тюрюканова Э. Б., Баранов В. И. О подвижности и формах нахождения ^{90}Sr, стабильного стронция и кальция в дерново-подзолистой и черноземной почвах // Радиоактивность почв и методы ее определения / Отв. ред. И. Н. Антипов-Каратаев. М., 1966. С. 20—36.

Павлоцкая Ф. И., Горяченкова Т. А., Федорова З. М. и др. Методика определения плутония в почвах // Радиохимия, 1984. Т. 26, вып. 4. С. 554—567.

Павлоцкая Ф. И., Горяченкова Т. А. Распределение плутония по компонентам природных органических веществ и их роль в его миграции в почвах // Радиохимия, 1987. Т. 29, № 1. С. 99—106.

Павлоцкая Ф. И., Горяченкова Т. А., Емельянов В. В. и др. О формах нахождения плутония в горячих частицах // Геохимия, 1993. № 7. С. 972—978.

Павлоцкая Ф. И., Казинская И. Е., Горяченкова Т. А. и др. Содержание плутония в почвах некоторых районов нечерноземной зоны в связи с аварией на Чернобыльской АЭС // Почвоведение, 1994. № 1. С. 35—39.

Передельский А. А. Основания и задачи радиоэкологии // Журн. общ. биологии, 1957. Т. 18, № 1. С. 17—30.

Перельман А. И. Геохимия ландшафта. М.: Географгиз, 1961. 496 с.

Погодин Р. И., Полякова Э. А. О механизме взаимодействия радиоактивных изотопов стронция-90 и цезия-137 с почвой // Моделирование поведения и токсического действия радионуклидов. Свердловск, 1978. С. 60—63.

Погодин Р. И. Физико-химические процессы, обусловливающие миграцию и биологическую доступность изотопов цезия-137 и стронция-90 в почвенных системах // Теоретические и практические аспекты действия малых доз ионизирующего излучения. Сыктывкар, 1973. С. 20.

Позолотина В. Н., Собакин П. И., Молчанова И. В. и др. Миграция и биологическое действие на растения тяжелых естественных радионуклидов // Экология, 2000. № 1. С. 17—23.

Поликарпов Г. Г. Радиоэкология морских организмов. М.: Атомиздат, 1964. 295 с.

Поликарпов Г. Г., Егоров В. Н. Морская динамическая радиохемоэкология. М.: Энергоатомиздат, 1986. 176 с.

Полынов Б. Б. Избранные труды / Отв. ред. И. В. Тюрин, А. П. Сауков. М.: Изд-во АН СССР, 1956. 751 с.

Пономарева В. В. О реакциях взаимодействия группы креновой и апокреновой кислот с гидроокислами оснований // Почвоведение, 1949. № 11. С. 638—651.

Пономарева В. В. Теория подзолообразовательного процесса. М.: Наука, 1964. 390 с.

Постановление Министерства здравоохранения РФ № 9 от 11. 07. 95 о продлении ВДУ-93.

Почвенно-экологические условия накопления и перераспределения радионуклидов в зоне ВУРСа / В. П. Фирсова, И. В. Молчанова, П. В. Мещеряков и др. Екатеринбург, 1996. 140 с.

Преображенская Е. И. Радиоустойчивость семян растений. М.: Атомиздат, 1971. 232 с.

Прохоров В. М. Миграция радиоактивных загрязнений в почвах. М.: Энергоиздат, 1981. 96 с.

Прохоров В. М., Фрид А. С. Адсорбция стронция-90 влажными почвами // Радиоактивные изотопы в почвах и растениях. Л., 1969. С. 32—34.

Радиационное воздействие на хвойные леса в районе аварии на Чернобыльской АЭС / Под ред. Г. М. Козубова и А. И. Таскаева. Сыктывкар: Коми НЦ УрО АН СССР, 1990. 136 с.

Радиоактивное загрязнение районов АЭС / И. И. Крышев, Р. М. Алексахин, И. Н. Рябов и др. М.: Ядерн. о-во СССР, 1990. 150 с.

Радиоактивность почв и методы ее определения / Отв. ред. И. Н. Антипов-Каратаев. М.: Наука, 1966. 258 с.

Радиоэкологические последствия Чернобыльской аварии / Под ред. И. И. Крышева. М.: ИАЭ, 1991. 199 с.

Радиоэкология орошаемого земледелия / Р. М. Алексахин, О. И. Буфатин, В. Г. Маликов и др.; Под ред. Р. М. Алексахина. М.: Энергоатомиздат, 1985. 223 с.

Рассел Р. Поведение радионуклидов в почве // Радиоактивность и пища человека. М., 1971. С. 84—100.

Роде А. А. Основы учения о почвенной влаге. Т. 1. Л.: Гидрометеоиздат, 1965. 663 с.

Розанов Б. Г. Геомембрана: мембранная функция почвы в планетарной геосистеме Земли // Почвоведение, 1988. № 7. С. 54—58.

Росянов С. П., Виноградова В. К., Гедеонов Л. И. О миграции стронция-90 по профилю почв // Почвоведение, 1971. № 6. С. 29—34.

Санжарова Н. И., Алексахин Р. М. Поступление ^{22}Na, ^{32}P, ^{65}Zn, ^{90}Sr, ^{95}Zr и ^{106}Ru в сельскохозяйственные растения // Почвоведение, 1982. № 9. С. 59—65.

Сатклифф Д. Ф. Поглощение минеральных солей растениями. М.: Мир, 1964. 221 с.

Сафонова Н. Г., Питкянен Г. Б. Миграция долгоживущих радионуклидов в грунтах непроточных водоемов // Теоретические и практические аспекты действия малых доз ионизирующих излучений. Сыктывкар, 1973. С. 162—163.

Сельскохозяйственная радиоэкология / Р. М. Алексахин, А. В. Васильев, В. Г. Дикарев и др. М.: Экология, 1991. 400 с.

Силантьев А. В., Шкуратова И. Г., Бобовникова Ц. Н. Вертикальная миграция в почве радионуклидов, выпавших в результате аварии на Чернобыльской АЭС // Атомная энергия, 1989. Т. 66, № 3. С. 194—197.

Собакин П. И. Особенности миграции тяжелых естественных радионуклидов в горно-таежных ландшафтах Южной Якутии: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Екатеринбург: ИЭРиЖ УрО РАН, 1998.

Собакин П. И., Молчанова И. В. Радиоэкологические исследования техногенно-нарушенных участков ландшафта в зоне уранового месторождения Республики Саха (Якутия) // Дефектоскопия, 1994. № 9. С. 70—74.

Собакин П. И., Молчанова И. В. Подвижность естественных радионуклидов и их поступление в растения в условиях техногенного ландшафта // Экология, 1996. № 1. С. 30—32.

Спэроу А. Х., Вудвелл Д. М. Чувствительность растений к хроническому γ-облучению // Вопросы радиоэкологии / Под ред. В. И. Баранова. М., 1962. С. 57—85.

Сукачев В. Н. Основы теории биогеоценологии // 30 лет Великой Октябрьской социалистической революции. Юбилейный сборник. М., 1947. С. 283—304.

Сыромятников Н. П. Миграция изотопов урана, радия и тория и интерпретация радиоактивных аномалий. Алма-Ата: Изд-во АН Каз. ССР. 79 с.

Сытник К. М., Книга Н. М., Мусатенко А. И. Физиология корня. Киев: Наук. думка, 1972. 356 с.

Тимофеев-Ресовский Н. В. Применение излучений и излучателей в экспериментальной биогеоценологии // Бот. журн., 1957. Т. 42, № 2. С. 161—194.

Тимофеев-Ресовский Н. В. Некоторые проблемы радиационной биогеоценологии. Докл. ... докт. биол. наук. Свердловск: Ин-т биол. УФАН СССР, 1962. 53 с.

Тимофеев-Ресовский Н. В., Тюрюканов А. Н. Об элементарных биохорологических подразделениях биосферы // Бюл. МОИП. Отд. биологии, 1966. Вып. 1. С. 123—132.

Тимофеев-Ресовский Н. В., Титлянова А. А., Махонина Г. И. и др. Поведение радиоактивных изотопов в системе почва—раствор // Радиоактивность почв и методы ее определения. М., 1966. С. 46—80.

Тимофеева-Ресовская Е. А. Распределение радиоизотопов по основным компонентам пресноводных водоемов. Свердловск: УФАН СССР, 1963. 78 с.

Титаева Н. А., Таскаев А. И. Миграция тяжелых естественных радионуклидов в условиях гумидной зоны. Л.: Наука, 1983. 232 с.

Титлянова А. А. Поведение цезия в почвах и слоистых минералах и накопление его растениями: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Свердловск: Ин-т биологии УФАН СССР, 1963.

Титлянова А. А., Тюрюканов А. Н., Махонина Г. И. О десорбирующем действии природных экстрактов // ДАН СССР, 1959. Т. 126, № 6. С. 1346—1349.

Тихомиров Ф. А. Действие ионизирующих излучений на экологические системы. М.: Атомиздат, 1972. 174 с.

Тихомиров Ф. А., Моисеев И. Т., Алексахин Р. М. Основные закономерности поведения ^{137}Cs в почвах и его перехода в сельскохозяйственные растения // Изв. АН СССР. Сер. биол., 1981. № 1. С. 89—96.

Трапезников А. В., Позолотина В. Н., Чеботина М. Я. и др. Радиоактивное загрязнение р. Течи на Урале // Экология, 1993. № 5. С. 72—77.

Трапезников А. В., Позолотина В. Н., Юшков П. И. и др. Исследование радиоэкологической ситуации в реках Теча и Исеть, загрязненных сбросами ПО "Маяк" // Проблемы радиоэкологии и пограничных дисциплин. Вып. 2. Заречный, 1999. С. 20—66.

Трансурановые элементы в окружающей среде / Пер с англ.; под ред. У. С. Хэнсона. М.: Энергоатомиздат, 1985. 342 с.

Трубецкова О. М. Влияние концентрации наружного раствора на поступление минеральных веществ в растение // Изв. Биол. НИИ при Перм. гос. ун-те, 1972. Т. 5. С. 25—31.

Тюрюканова Э. Б. К методике исследования поведения радиоактивного стронция в почвах различных геохимических ландшафтов. М., 1968. 25 с.

Тюрюканова Э. Б. Радиогеохимия полесий Русской равнины (на примере Мещерской низменности). М.: Наука, 1974. 156 с.

Тюрюканова Э. Б. Экология стронция-90 в почвах. М.: Атомиздат, 1976. 128 с.

Тюрюканова Э. Б. О биологических циклах радионуклидов // Современные задачи и проблемы биогеохимии. М., 1979. (Тр. Биогеохимической лаборатории. Т. XVII). С. 143—150.

Тюрюканова Э. Б., Павлоцкая Ф. И., Баранов В. И. Особенности распределения ^{90}Sr в различных типах почв европейской части СССР в 1961 г. // Радиоактивность почв и методы ее определения / Отв. ред. И. Н. Антипов-Каратаев. М., 1966. С. 36—45.

Тюрюканова Э. Б., Беляева Л. И., Левкина Н. И., Емельянов В. В. Ландшафтно-геохимические аспекты поведения стронция-90 в лесных и пойменных биогеоценозах полесий. М., 1973. 40 с.

Тяжелые естественные радионуклиды в биосфере: Миграция и биологическое действие на популяции и биоценозы / Под ред. Р. М. Алексахина. М.: Наука, 1990. 366 с.

Харчук А. И., Абатуров Ю. Д. Влияние влажности почвы на величину накопления радионуклидов серы, стронция и цезия горохом // IV Всесоюзный съезд почвоведов: [Тез. докл.]. Алма-Ата, 1970. Кн. 2, ч. 2. С. 88—89.

Цветаева Н. Е., Филин И. В., Иванова Л. А. и др. Использование моноизооктиметилфосфоновой кислоты и миомфата трехвалентного железа для определения содержания радионуклидов в водных сбросах // Атомная энергия, 1984. № 57, т. 2. С. 114—117.

Цыганов А. С. Радиоактивное загрязнение Якутии в результате ядерных испытаний в атмосфере, проведения мирных ядерных взрывов и деятельности горноперерабатывающих предприятий / Сб. докл. I Республиканской научно-практической конф. Якутск, 1993. С. 160—161.

Чеботина М. Я. Влияние водно-растворимого вещества лесной подстилки на поглощение радиоактивных изотопов в почве // Радиоэкологические исследования почв и растений. Свердловск, 1975. С. 21—25.

Чеботина М. Я., Куликов Н. В. Влияние водно-растворимых продуктов разложения травянистых растений на поглощение радиоизотопов в почве // Экология, 1973. № 1. С. 102—103.

Чеботина М. Я., Титлянова А. А. К вопросу о поведении кобальта в почве // Труды Ин-та биологии УФАН СССР. Свердловск, 1965. Т. 7, вып. 45. С. 85—89.

Чеботина М. Я., Реч Т. А., Куликов Н. В. Тритий в воде и снежном покрове в зоне Белоярской атомной электростанциии // Экология, 1984. № 3. С. 74—76.

Чеботина М. Я., Трапезников А. В., Трапезникова В. Н., Куликов Н. В. Радиоэкологические исследования Белоярского водохранилища. Свердловск: УрО АН СССР, 1992. 80 с.

Шагалова Э. Д. Сорбция микроколичеств цезия некоторыми почвами Белорусии // Почвоведение, 1982. № 11. С. 26—33.

Швыдко Н. С., Иванова Н. П., Салазкина Н. В. и др. Значимость "почвенной фракции" Pu в формировании доз облучения населения Брянской области // Радиационная биология. Радиоэкология, 1955. Т. 35, вып. 1. С. 96—102.

Шершунова В. И., Попова О. М., Кочан И. Г. Особенности выноса растениями из почвы U-238 и Ra-226 в зависимости от содержания радионуклидов в почве // Радиация как экологический фактор при антропогенном загрязнении. Сыктывкар, 1984. № 67. С. 37—42.

Шехурина Н. И., Караваева Е. Н. Накопление ^{226}Ra растениями в зависимости от влажности почвы // Радиоэкологические исследования компонентов модельных и природных экосистем. Свердловск, 1988. С. 22—28.

Ширшова Р. А. Почвенные условия поступления цезия-137 в растения и влияние соединений калия и кальция на накопление его в урожае // Труды Дарвин. гос. заповедника, 1973. Вып. 13. С. 103—109.

Экологические последствия радиоактивного загрязнения на Южном Урале / Под ред. В. Е. Соколова и Д. А. Криволуцкого. М.: Наука, 1993. 336 с.

Юдинцева Е. В., Гулякин И. В. Агрохимия радиоактивных изотопов стронция и цезия. М.: Атомиздат, 1968. 472 с.

Юдинцева Е. В., Гулякин И. В., Панов В. З. Накопление в растениях стронция-90 из различных почв // Агрохимия, 1969. № 1. С. 75—84.

Юшков П. И. Некоторые вопросы лесной радиоэкологии // Радиационный мутагенез и его роль в эволюции и селекции. М., 1987. С. 142—151.

Ali S. L. The radioactive contamination of medicinal plants after Chernobyl accident // Abstr. Int. Symp., Ecological aspects of medicine. Moscow, 11—16 june, 1990. M., 1990. 44 p.

Aarkrog A., Dahlgaard H., Frissel M. et al. Sources of anthropogenic radionuclides in the Southern Urals // J. Environ. Radioactiv., 1992. V. 15. P. 69—80.

Aarkrog A., Dahlgaard H., Nielsen S. P. et al. Radioactivity inventories from the Kyshtym and Karachay accidents: estimates based on soil samples collected in the South Urals (1990—1995) // The Science of the Total Environment, 1997. V. 201. P. 137—154.

Aarkrog A., Trapeznikov A., Molchanova I. et al. Environmental modelling of radioactive contamination of floodplains and sorlakes along the Techa and Iset rivers // J. Environ. Radioactiv., 2000. V. 49. P. 243—257.

Auerbach S. J. Contributions of radioecology to AEC mission programs // Radionuclides in Ecosystems: Proc. Third National Symp. on Radioecology. U. S. Oak Ridge, Tennessee, 1971. P. 3—8.

Browman M. G., Splanding B. P. Reduction of radiostrontium mobility in acid soils by carbonate treatment // J. Environ. Qual., 1984. V. 13, N 1. P. 17—23.

Bunzl K., Schimmack W., Kreutzer K., Schierl R. Interception and retention of Chernobyl-derived ^{134}Cs, ^{137}Cs and ^{106}Ru in spruce stand // Sci. Total Environ., 1989. V. 78. P. 77—87.

Cardenale A., Fritelli L., Gera F. et al. Studies of the natural background radiation in Italy // Health Phys., 1971. V. 20, N 3. P. 285—296.

Cate S., Ruttenber A. J., Conklin A. W. Feasibility of epidemiological study of thyroid neoplasia in persons exposed to radionuclides from Hanford nuclear facility between 1944 and 1956 // Health Physics, 1990. V. 59. P. 169—178.

Clarke R. H. Reactor accidents in perspective // Brit. J. Radiobiol., 1987. V. 60, N 720. P. 1182—1188.

Comparative assessment of the environmental impact of radionuclides released during three major nuclear accidents: Kyshtym,Windscale, Chernobyl // Proc. of Seminar. Luxemburg, 1991. V. 1. 420 p.

Eisenbud M. Environmental radioactivity. N. Y.: Acad. Press, 1987. 475 p.

Emmert F. H. Water utilization and calcium-strontium uptake in Phaseolus vulgaris // Plant. Physiol., 1964. V. 17, N 3. P. 746—750.

Essington E. H., Nishita H. Effect of chelates on the movement of fission products through soil columns // Plant and Soil, 1966. V. 24, N 2. P. 1—23.

Essington E. H., Nishita H., Wallace A. Influence of chelates on availability of fission products to plants grown in contaminated soil // Soil Sci., 1962. V. 94, N 2. P. 96—105.

Essington E. H., Nishita H., Wallace A. Effect of chelating agents on the uptake of Y-91, Ru-106, Ce-144 and Pm-147 by beans grown in calcareous soil // Soil Sci., 1963. V. 95, N 5. P. 331—337.

Forstel H., Steffens W. Influence of ageing effects on the soil-plant radionuclide transfer after application of carrier-free Sr-90, Cs-137, Co-60 and Mn-54 to the soil // Radiat.-Risk-Protect. 6-th Int. Congr. Berlin (West). 7—12 May, 1984. Köln, 1984. V. 1. P. 189—192.

Garvilas M. Fast estimate of the I-131 and Cs-137 source terms for the Chernobyl reactor accident // Health. Phys., 1987. V. 52, N 1. P. 6—7.

Giani L., Gerhardt H., Gusy W., Helmers H. Verhalten einiger radioaktiver Nuklide (freigesetzt durch den Reaktorunfall in Tschernobyl) in typischen Boden Nordentschlands // Zs. Pflanzenernahr. und Bodenk., 1987. V. 159, N 2. P. 103—107.

Gracham E. R., Killion D. D. Soil colloids as a factors in the uptake of cobalt, cesium, strontium by plants // Soil Sci. Soc. America Proc.,1962. V. 26, N 6. P. 545—547.

Heine K., Wiechen A. Erste Ergebnisse der γ-spektrometrischen Überwachung der Radioaktivität des Bewuchses mit Ge (Li)-spektrometern in der Umgebung von Kernkkraftwerken // Kiel. Milchwirt. Forschungsber., 1977. V. 29, N 3. P. 245—251.

Himes F. L., Shufeldt R. Influence of some organic compounds on the movement of ^{90}Sr in soils // Symp. Int. Radioecol. Cadarache, 1969. V. 1. P. 493—506.

Izrael Yu. A., Tsaturov Yu. S., Petrov V. N. et al. Reconstruction of the real pattern of terrain radioactive contamination from accidents and nuclear tests based on present-day and other data // Proc. of Int. Symp., Remediation and Restoration of Radioactive-contaminated Sites in Europe. Commission on the European Communities, Doc. XI-5027/94. Antwerpen, 11—15 Oct., 1993. P. 325—350.

King H. G., Bloomfield C. The effects of drying of tree leaves on the ability of their, aqueous extracts to dissolve ferric oxide // J. Soil Sci., 1968. V. 19, N 1. P. 67—76.

Kubota J., Lemon E. R., Allaway W. N. The effect of soil moisture content upon the uptake of molibdenum, copper and cobalt by alsike clover // Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 1963. V. 27, N 6. P. 679—683.

Liden K., Gustafsson M. Relationship and seasonal variation of ^{137}Cs in lichen, reindeer and man in northen Sweden 1961—1965 // Radioecological Concentration Processes: Proc. Int. Symp. Stockholm, 1966. Oxford, 1967. P. 193—208.

Mattson L. J. S., Liden K. ^{137}Cs in carpets of the forest moss Pleurozium schreberi, 1961—73. Oikos, 1975. V. 26, N 3. P. 323—327.

Moreira-Nordemann L. M. Distribution of uranium in soil profiles of Bahia state Brazil // Soil Sci., 1979. V. 127, N 5. P. 275—280.

Nightinlage H. I., Smith R. L. Evidence for the presence of calcium-organic complexes in sodic soil // Soil Sci., 1967. V. 103, N 4. P. 261—264.

Nikipelov B. V. Experience in managing the radiological and radioecological consequences of the accidental release of radioactivity which occurred in the Southern Urals in 1957. IAEA SM 316/55. Vienna, 1989.

Nikipelov B. V., Nikiforof A. S., Kedrovsky O. L. et al. Practical rehabilitation of territories contaminated as result of implementation of nuclear material production defence programmes. Report. Oak Ridge National Laboratory, USA, 1990.

Nishita H. Extractability of ^{239}Pu and ^{242}Cm from a contaminated soil as a function of pH and certain soil components. CH_3COOH-NH_4 system in environmental: chemistry and cycling process // DOE Symposium Series, N 45, Augusta, Ga., Apr. 28— May 1, 1976, CONF-760429, NTIS, 1978. P. 403—416.

Nishita H., Kovalevsky B. W., Steen A. J., Larson K. H. Fixation and extractability of fission products contaminating various soils and clays // Soil Sci., 1956. V. 81, N 4. P. 314—326.

Nishita H., Romney E. M., Alexander G. V., Larson K. H. Influence of K and Cs on release of Cs-137 from three soils // Soil Sci., 1960. V. 89, N 3. P. 167—176.

Nishita H., Taylor P., Alexander G. V., Larson K. H. Influence of stable Ca and K on the reactions of Cs-137 and K-42 in soils and clay minerals // Soil Sci., 1962. V. 94, N 3. P. 187—198.

Nishita H., Essington E. H. Effect of chelating agents on the movement of fission products in soils // Soil Sci., 1967. V. 103, N 5. P. 168—176.

Nishita H., Hawthorne H. A. Effect of moisture tension on the concentration of tracer Sr-85 in expressed soil solution // Soil Sci., 1967. V. 103, N 3. P. 339—346.

Odum E. P. Radiation ecology // Fundamentals of Ecology. Philadelphia, 1971. P. 451—467.

Papastefanou C., Manolopoulou M., Charalambous S. Cesium-137 in soils from Chernobyl fallout // Health Phys., 1988. V. 55, N 6. P. 985—987.

Platt P. B. Long-range effects of radiation on natural plant populations of the granite outcrops in the Southeastern U. S. AEC progress report, 1957.

Prout W. E. Adsorption of radioactive wastes by Savannah River plant soil // Soil Sci., 1958. V. 86. P. 13—17.

Rhodes D. W. Adsorption of Plutonium by soil // Soil Sci., 1957. V. 84. P. 465—469.

Rogers D. R. Mound Laboratory Environmental Plutonium Study, 1974 // USAEC Report MLM-2249, Mound Laboratory, NTIS, 1975. P. 1—141.

Romanov G. N., Nikipelov B. V., Drozhko E . K. The Kyshtym accident; causes, scale and radiation characteristics // Proc. of Seminar Comparative assessment of the environmental impact of radionuclides released during three major nuclear accidents: Kyshtym,Windscale, Chernobyl. Commission of the European Communities, EUR 13574. Luxemburg, 1—5 Oct., 1990. P. 25—40.

Roy J. C., Cote J. E., Mahfond A. et al. On the transport of Chernobyl radioactivity to eastern Canada // J. Environ. Radioact., 1988. V. 6, N 2. P. 121—130.

Schnitzer M. Reactions between organic matter and inorganic soil constituents // 9-th Int. Congr. Soil Sci. Trans. Continental. Adelaide, 1968. Sydney, 1968. V. 1. P. 635—644.

Schulz R. K., Overstreet R., Barshad I. On the soil chemistry of Caesium-137 // Soil Sci., 1960. V. 89, N 1. P. 16—27.

Stewart J. D., Hungate F. P. Effect of soil moisture on uptake and translocation of cesium-137, potassium, calcium-45 and strontium-85 // Radioecological Concentration Processes: Proc. Int. Symp. Stockholm, 1966. Oxford, 1967. P. 399—407.

Svensson G. K. The increasing ^{137}Cs level in forest moss in relation to the total ^{137}Cs fallout from 1961 through 1965 // Radioecological Concentration Processes: Proc. Int. Symp. Stocholm, 1966. Oxford, 1967. P. 539—546.

Svensson G. K., Liden K. The quantitative accumulation of $^{95}Zr + ^{95}Nb$ and $^{140}Ba + ^{140}La$ in carpets of forest moss // Health. Phys., 1965. V. 11, N 10. P. 1033—1035.

Thornthwaite C. W., Mather J. R., Nakamura J. K. Movement of radiostrontium in soils // Science, 1960. V. 131, N 3406. P. 1015—1019.

Tobber L., Bajos, Wyttenbach. Deposition of $^{134,137}Cs$ from Chernobyl fallout on Norway spruce and forest soil and its incorporation into spruce twigs // J. Environ. Radiact., 1988. V 6, N 3. P. 225—245.

Trapeznikov A., Aarkrog A., Kulikov N. et al. Radioactive contamination of the Ob'river system from the nuclear enterprise "Mayak" in the Urals // Environmental Radioactivity in the Arctic and Antarctic. Osteras, 1993 a. 134 p.

Trapeznikov A., Pozolotina V., Chebotina M. et al. Radioactive contamination of the Techa river in the Urals // Health Phys., 1993 b. P. 481—488.

Tsaturov Yu. S., Anisimova L. I. Radionuclide contaminated territories of Russia: identification, restoring and rehabilitation aspects // Remediation and Restoration of Radioactive-contaminated Sites in Europe. Commission on the European Communities: Proc. of Int. Symp. Doc. XI-5027/94. Antwerpen, 11—15 Oct., 1993. P. 309—324.

UNSCEAR. Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. N. Y.: United Nations, 1988. 428 p.

UNSCEAR. Ionizing radiation: sources and biological effects. N. Y.: United Nations, 1993.

Whitehead N. E., Brooks R. R., Coote C. R. Gamma-radiation of some plants and soil from an uraniferous area in New Zealand // Science, 1971. V. 14, N 1. P. 67—76.

Wijk Van H. F., Braams R. Incorporation of caesium-137 from nuclear debris into the biosphere // Nature, 1960. V. 188, N 4754. P. 951—952.