

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Снегирева Алексея Сергеевича «Радиоактивные частицы в пищевой цепочке жвачных сельскохозяйственных животных: транспорт в пищеварительном тракте и метаболизм радионуклидов на примере  $^{131}\text{I}$ », представленную в диссертационный совет 24.1.013.01 при ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии» на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.1 – «Радиобиология».

**Актуальность исследования.** Радиоактивные частицы при выпасе скота на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению, попадают в организм животных как с кормом, так и при слизывании их с поверхностного покрова, причем в отдельные периоды после выпадений – это основная форма поступления радионуклидов. Для успешного прогнозирования последствий этого явления и борьбы с ними необходимо постоянно повышать наши знания в этом направлении радиобиологии и дискретность формализованного представления процессов поведения радионуклидов в экосистемах и их компонентах в радиоэкологических математических моделях.

**Соответствие диссертации паспорту научной специальности.** В соответствии с паспортом научной специальности 1.5.1. «Радиобиология», являющейся комплексной научной дисциплиной, изучающей общебиологические особенности лучевого поражения растительных, животных организмов и человека. В данном диссертационном исследовании представлен анализ формирования источника внутреннего облучения жвачных сельскохозяйственных животных в результате заглатывания радиоактивных частиц, а также математическая модель метаболизма  $^{131}\text{I}$  у крупного рогатого скота в целях оценки опасности радиационного воздействия на здоровье животных и населения (пп. 13, 14).

**Научная новизна полученных результатов.** Собран обширный исходный материал, который позволил уточнить наши знания о поведении полидисперсных радиоактивных частиц в пищевой цепочке и организме

сельскохозяйственных животных. Предложен оригинальный алгоритм формализованного описания этих процессов. На этом алгоритме построены математические модели транспорта полидисперсных радиоактивных частиц в желудочно-кишечном тракте крупного рогатого скота и овец, и поведения радиойода в организме особи крупного рогатого скота, с помощью которых определены параметры изученных процессов.

**Теоретическая и практическая значимость.** Полученные результаты позволили уточнить закономерности радиационного поражения сельскохозяйственных животных при попадании в ЖКТ радиоактивных частиц. Представленные в работе математические модели могут использоваться при решении практических задач оперативного реагирования и повышения безопасности животноводства в условиях радиоактивного загрязнения, а также в ветеринарной медицине. С участием автора созданы программные продукты «Модель динамики полидисперсных радиоактивных частиц в желудочно-кишечном тракте крупного рогатого скота» и «Модель динамики мощности поглощенной дозы в отделах желудочно-кишечного тракта крупного рогатого скота при поступлении оплавленных радиоактивных частиц».

**Соответствие содержания автореферата содержанию диссертации.**  
**Апробация работы.** Автореферат информативен и хорошо отражает содержание диссертации. По материалам диссертации опубликовано 25 печатных работ, в том числе в изданиях, входящих в перечень ВАК и базы данных Web of Science и Scopus – 5 статей. По результатам научно-исследовательской работы получено 2 свидетельства регистрации программ для ЭВМ. Материалы, вошедшие в диссертационную работу, были представлены на 16 международных и российских конференциях, посвященных проблемам радиоактивного загрязнения окружающей среды.

**Структура и объем диссертационной работы.** Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, выводов и списка используемых источников. Работа изложена на 134 с., содержит 34 рисунка, 22 таблицы. Список литературы включает в себя 121 источник, из них 55 на иностранном языке.

Во **Введении** Автор обосновал актуальность научной работы, сформулировал новизну, теоретическую и практическую значимость

исследований, описал степень разработанности проблемы. Сформулированы цель и задачи исследования, представлены степень раскрытия темы, перечень основных положений, выносимых на защиту, методы исследования, сведения об апробации результатов исследования и личном вкладе диссертанта в работу.

**ГЛАВА 1** представляет собой обзор литературы. Приводятся характеристики радиоактивных частиц для различных сценариев загрязнения окружающей среды, рассматриваются пути поступления и поведение радиоактивных частиц в организме сельскохозяйственных животных, а также существующие на данный момент математические модели поведения радиоактивных частиц в пищевых цепочках, ЖКТ и метаболизма радиойода в организме жвачных сельскохозяйственных животных. Рассматриваются литературные источники, содержащие необходимую информацию.

**ГЛАВА 2** посвящена рассмотрению материалов и методов, использованных в работе. Автор исчерпывающе описывает объекты и методологию проведения исследований. Конкретизируются параметры поведения радиоактивных веществ, рассматриваются особенности получения исходных данных для математических моделей.

В **ГЛАВЕ 3** на собственном и привлеченном материале анализируются закономерности поведения полидисперсных радиоактивных частиц в луговом биоценозе, динамики распределения их в пищеварительном тракте животных и выведения частиц из организма.

**ГЛАВА 4** посвящена моделированию транспорта полидисперсных радиоактивных частиц в желудочно-кишечном тракте крупного рогатого скота и овец. Модели представлены потоковыми диаграммами и системами дифференциальных уравнений. Приводятся и обсуждаются величины биокинетических параметров, определенных с помощью моделей.

В **ГЛАВЕ 5** описаны модель метаболизма  $^{131}\text{I}$  в составе радиоактивных частиц в организме крупного рогатого скота на примере однократного поступления радионуклида с кормом и модель метаболизма  $^{131}\text{I}$  у крупного рогатого скота при загрязнении пастбищных угодий продуктами ядерного деления в виде радиоактивных частиц. Приводятся результаты расчетов доз

облучения щитовидной железы телят с использованием данных, полученных с помощью модели автора, и дозиметрической воксельной модели щитовидной железы, разработанной Ю.А. Кураченко и М.А. Басовой.

В разделе **Заключение** подводятся итоги исследования. Отмечаются существенные различия в переносе радиоактивных силикатных частиц в ЖКТ от транспорта кормовых масс и растворимых форм радиоактивных выпадений. Также перечисляются перспективные направления в радиобиологии, где могут быть использованы результаты работы, в том числе в математическом моделировании, включая оценку доз в отделах ЖКТ, и при разработке контрмер в животноводстве в острый период после радиационных аварий.

#### **Замечания к работе:**

– Стр. 47 Коэффициент перехода (КП, TF) в радиозоологии в традиционном толковании не является динамической характеристикой, отнесенной к единице времени. Для этого следовало бы использовать какой-либо другой термин.

– Поскольку модели имеют фиксированный шаг по времени, их аналитическое описание должно было быть дано в виде систем не дифференциальных, а конечно-разностных уравнений.

– В работе нигде не упоминается о проведении численных экспериментов с моделями, хотя именно они позволили получить дополнительную информацию об объекте моделирования, в частности оценить кинетические параметры транспорта частиц и метаболизма радиойода.

– Автору можно порекомендовать использовать в дальнейшем для реализации моделей какой-либо алгоритмический язык программирования, это повысит их адаптивность и позволит учитывать изменение условий непосредственно в процессе проведения расчетов.

Несмотря на замечания, следует констатировать, что автором выполнена информационно-насыщенная, высоко-квалифицированная работа, очень интересная не только с радиобиологической, но и физиологической точки зрения. Часть исходных данных получена экспериментально при участии автора и путем литературного поиска. С помощью моделей рассчитана количественная информация по изучаемым физиологическим процессам, получение которой традиционными методами исследований, используемыми в физиологии, весьма

затруднительно. Результаты работы имеют как фундаментальное, так и прикладное значение, а также могут использоваться в образовательном процессе.

### **Заключение**

Диссертационное исследование Снегирева А.С. является завершенной научно-квалификационной работой. По актуальности, научной новизне, уровню исследований, обоснованности и достоверности выводов диссертация Снегирева А.С. «Радиоактивные частицы в пищевой цепочке жвачных сельскохозяйственных животных: транспорт в пищеварительном тракте и метаболизм радионуклидов на примере  $^{131}\text{I}$ » соответствует всем критериям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата биологических наук, установленным в «Положении о присуждении ученых степеней», утвержденном постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 (ред. от 26.09.2022), а автор – Снегирев Алексей Сергеевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.1 – «Радиобиология».

Официальный оппонент:

ведущий научный сотрудник кафедры радиэкологии и экотоксикологии факультета Почвоведения ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», (адрес: 119991, Москва, Ленинские Горы, тел.: 8-495-939-50-09; e-mail: [svmamikhin@mail.ru](mailto:svmamikhin@mail.ru)),

доктор биологических наук

Мамихин Сергей Витальевич

« 17 » января 2023 г.

