



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РОССИЯСА НАУКА ДА ВЫЛЫС ВЕЛӚДЧАН
МИНИСТЕРСТВО

Федеральное государственное
бюджетное учреждение науки
Федеральный исследовательский центр
«Коми научный центр Уральского отделения
Российской академии наук»
(ФИЦ Коми НЦ УрО РАН)

«Россияса наукаяс академиялӧн
Урал юкӧнса Коми наука шӧрин»
туялан удж нуӧдысь федеральной шӧрин
Федеральной канму
сьӧмкуд наука учреждение
(ТФШ РНА УрЮ Коми НШ)



УТВЕРЖДАЮ
Директор ФИЦ Коми НЦ УрО РАН
д.б.н., чл.-корр. РАН
С.В. Дёгтева
«17» апреля 2026 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук» на диссертационную работу Виноградова Дмитрия Дмитриевича «Интенсивность и пути поступления детритной субсидии в наземные пищевые сети», представленную в диссертационный совет 24.1.109.01 при ФГБУН Институте проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН на соискание учёной степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.15 «Экология» (Биологические науки)

Актуальность темы. В настоящее время одним из приоритетных направлений экологии является разработка интегральных моделей потоков вещества и энергии в пищевых сетях, что в итоге способно обеспечить количественное прогнозирование динамики природных экосистем. Несмотря на значительные усилия в этом направлении, существующие модели пока носят приблизительный характер: многие трофические связи и, что особенно важно, их интенсивность остаются недостаточно изученными. Кроме того, большинство работ фокусируется на изолированном рассмотрении отдельных экосистем, тогда как межсредовые взаимодействия зачастую остаются вне поля зрения. В частности, до сих пор связь между почвенными (детритными) и наземными (пастбищными) пищевыми сетями изучена крайне фрагментарно, несмотря на её очевидную

функциональную значимость для обеих сред. В этом контексте актуальность диссертационного исследования Дмитрия Дмитриевича Виноградова не вызывает сомнений. Работа вносит существенный вклад в раскрытие путей и количественную оценку интенсивности поступления детритной субсидии в наземные пищевые сети. Для этого исследование последовательно раскрывает ряд феноменов переноса вещества из почвы в наземное пространство: массовый вылет из почвы имаго насекомых, доступность дождевых червей для наземных хищников и потребление надземными пауками насекомых с почвенными личиночными стадиями. Для изучения этих явлений автором сформулированы и решены конкретные исследовательские задачи. Диссертация соответствует специальности «Экология», обладает чётко выраженной экологической проблематикой и построена вокруг фундаментальной проблемы интеграции почвенных и наземных трофических сетей. Для её решения диссертант использует обширный материал, собранный и проанализированный комплексом современных подходов и методов (полевые наблюдения, эксперименты, изотопный масс-спектрометрический анализ и т.д.).

Научная новизна. Теоретическая и практическая значимость работы. Результаты исследования отличаются высокой научной новизной, обусловленной широким географическим охватом и оригинальностью методических подходов. Так, впервые получен ряд данных для территории России, а отдельные положения и количественные оценки не имеют аналогов в мировой научной практике. Работа обладает значительной теоретической и практической ценностью. Она демонстрирует высокую значимость детритной субсидии, расширяет эмпирическую базу для построения интегральных моделей трофических сетей и способствует углублению понимания механизмов регуляции численности хищников-генералистов, в том числе в агроэкосистемах.

Обоснованность и достоверность научных положений и выводов диссертации обеспечиваются репрезентативным объёмом материала, применением современных методик и корректной статистической обработкой данных. Все выводы прямо следуют из полученных количественных данных, не содержат необоснованных экстраполяций и взаимно подтверждаются и дополняются результатами независимых подходов исследования (эмерджентные ловушки, пластилиновые модели, стабильно-изотопная метка). Результаты работы прошли независимую экспертизу при публикации в рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК и международные базы цитирования,

а также были представлены на ведущих российских и международных конференциях, что подтверждает их научную состоятельность.

Личный вклад автора в выполнение исследования является определяющим. Диссертант совместно с научным руководителем разработал общую концепцию и план работы, определил ключевые задачи и методику их решения. Им самостоятельно осуществлён сбор основной части полевого материала в различных климатических зонах, проведена предварительная таксономическая идентификация и подготовка образцов к анализу. Соискатель лично выполнил обработку данных, их научную интерпретацию, а также подготовил тексты публикаций по теме работы. Некоторые технические и аналитические этапы реализованы в сотрудничестве с коллегами.

Краткая характеристика основного содержания работы. Диссертационная работа Дмитрия Дмитриевича Виноградова включает введение, шесть глав основной части, заключение, список литературы и три приложения. Основная часть изложена на 116 страницах, проиллюстрирована 51 рисунком и семью таблицами. Приложения включают 18 таблиц, содержащих данные, использовавшиеся в работе. Список литературы включает 319 источников, в том числе 277 на иностранных языках.

Обзор литературы, представленный в первой главе, носит выраженный аналитический характер. В нём последовательно систематизированы ключевые теоретические концепции и методические подходы к изучению детритной субсидии, а также чётко выявлены пробелы в современных представлениях о масштабах и механизмах переноса биомассы между почвенными и наземными пищевыми сетями.

К несомненным достоинствам диссертационной работы следует отнести широкий географический охват. Полевые исследования проведены вдоль значительного широтного градиента, охватывающего горную тундру, северную тайгу, леса умеренной зоны и тропические леса Вьетнама. Организация таких масштабных полевых работ сопряжена с существенными методическими и логистическими сложностями, однако именно этот подход обеспечил высокую репрезентативность данных и позволил выделить как общие закономерности, так и региональные особенности. Благодаря разнообразию изученных экосистем, полученные количественные оценки интенсивности детритной субсидии могут быть экстраполированы на другие территории со сходными природными условиями, что создаёт основу для прогнозирования интенсивности почвенно-наземных трофических

связей в различных климатических зонах. Вместе с тем, учитывая значительную пространственную разобщённость точек сбора материала, представление сводной карты с указанием мест исследований (хотя бы в приложениях к диссертации) существенно повысило бы наглядность работы.

К методическим достоинствам исследования следует отнести комплексный и взаимодополняющий подход к сбору и анализу данных. Автор успешно сочетает полевые наблюдения, манипулятивные эксперименты и современные аналитические методы, что позволяет получить комплексные, количественно обоснованные и достоверные данные, необходимые для оценки роли детритной субсидии в функционировании наземных сообществ. Особого внимания заслуживает использование эмерджентных ловушек оригинальной конструкции, ранее не применявшихся в отечественной практике для решения задач подобного масштаба. Этот инструмент обеспечил получение уникальных количественных характеристик потока вылетающих из почвы насекомых. Для оценки пресса наземных хищников на почвенных детритофагов в работе впервые адаптирован метод пластилиновых моделей. Несмотря на известную модельность подхода, он позволил получить репрезентативные полевые оценки интенсивности трофических взаимодействий, которые прямыми методами в естественных условиях практически не поддаются измерению. Важнейшим элементом исследования стал полевой эксперимент с внесением стабильной изотопной метки, который в рамках диссертационной работы позволил не только оценить интенсивность поступления детритной субсидии в наземные пищевые сети, но и впервые дал оценку ее вклада в рацион наземных хищников-генералистов.

В третьей главе на основе материалов, собранных с помощью эмерджентных ловушек в пяти экосистемах (горная тундра, северная тайга, хвойно-широколиственный лес умеренной зоны, горный тропический лес и редколесье Вьетнама), впервые для России получены количественные оценки потока насекомых, вылетающих из почвы. Установлено, что двукрылые доминируют в этом потоке, составляя 55–98% всех особей. Зарегистрировано 35 семейств, причём в умеренных широтах преобладают Cecidomyiidae, Phoridae и Sciaridae, тогда как в тропиках состав варьирует. Показано, что эмерджентные ловушки эффективнее термозеклекторов для оценки разнообразия почвенных двукрылых, что подтверждается обнаружением трёх новых для Европейской России видов. Интенсивность вылета колеблется от 6 экз. $\text{м}^{-2} \text{сут}^{-1}$ в тундре до 52 экз. $\text{м}^{-2} \text{сут}^{-1}$ в тропическом лесу. В лесу умеренной зоны оценочный годовой вылет составляет 1000–3600 экз. м^{-2} (130–430 мг сухой биомассы на м^2).

В четвёртой главе с помощью изотопного масс-спектрометрического анализа определён состав стабильных изотопов углерода и азота в тканях 312 образцов имаго двукрылых (65 видов, 21 семейство), вылетающих из почвы в лесу умеренной зоны. Значения $\delta^{13}\text{C}$ соответствуют положению этих насекомых в детритных пищевых сетях, тогда как значения $\delta^{15}\text{N}$ характеризуются высокими показателями и значительной вариабельностью. Примечательно, что 50% биомассы приходится на семейства со средним $\delta^{15}\text{N} > 6,5\text{‰}$, что на 2–3‰ выше, чем у типичных почвенных хищников. Обнаруженный феномен обогащения развивающихся в почве двукрылых тяжёлым изотопом азота создаёт специфическую изотопную подпись, которая может служить надёжным маркером для реконструкции трофических связей между почвенным и наземным ярусами экосистем.

Пятая глава посвящена оценке доступности почвенных детритофагов для наземных хищников с использованием метода пластилиновых моделей. Эксперимент, проведённый в трёх экосистемах (тундра, умеренный и тропический лес) с анализом 3876 моделей, показал, что модели дождевых червей, размещённые на поверхности почвы, повреждаются не реже, а в ряде случаев значимо чаще, чем модели гусениц на растительности. Основным типом повреждений были следы членистоногих, тогда как в тундре преобладали следы млекопитающих. Интенсивность атак снижается от тропиков к умеренным широтам, достигая максимума во влажный сезон тропического леса (0,12 повреждений на модель в сутки). Эти результаты подтверждают высокую доступность почвенных детритофагов для наземных хищников и их значимость как трофического ресурса.

В шестой главе с помощью полевого эксперимента с внесением в почву стабильно-изотопной метки (кукуруза с C_4 -типом фотосинтеза) впервые экспериментально оценена интенсивность поступления детритной субсидии в наземные пищевые сети. Анализ 133 образцов хищников, включая пауков-тенетников наземного яруса, показал, что изотопная метка обнаруживается как у почвенных, так и у наземных хищников. Значимые различия $\delta^{13}\text{C}$ между опытными и контрольными группами выявлены для большинства таксонов. Доля хищников, получивших метку, варьировала от 20% до 50% в зависимости от таксона. Согласно оценке, медианная доля «детритного» углерода в телах наземных пауков-тенетников составляет около 20%, а в отдельных случаях превышает 50%. Учитывая долю внесённого с кукурузой углерода в общем пуле почвенного углерода, реальный вклад почвенных ресурсов, вероятно, составляет не менее 50%. Таким образом,

впервые получено прямое экспериментальное подтверждение того, что значительная часть наземных хищников-генералистов регулярно использует ресурсы детритных пищевых сетей.

Вопросы и замечания. Принципиальных замечаний к работе не имеется. Высказанные ниже вопросы носят рекомендательный характер, направлены на уточнение отдельных методических аспектов и не умаляют общих достоинств исследования.

Методическая часть диссертации описана достаточно подробно, однако отдельные моменты требуют дополнительного пояснения. В частности, остаётся не до конца раскрытым принцип выбора экспериментальных площадок: основывался ли автор на данных о представленности типов растительности в каждом экорегионе, или же площадки представляли собой повторность для одного типа растительного сообщества? Аналогичные замечания возникают и в отношении выбора сроков отбора материала и продолжительности экспозиции ловушек, особенно в точках с однократным сбором материала.

Обращает на себя внимание неодинаковое количество эмерджентных ловушек, установленных в различных точках исследования и даже внутри отдельных площадок (Табл. 3.1). Поскольку сопоставимость данных напрямую зависит от стандартизации усилия отлова, информация о принципах размещения ловушек внутри площадок (случайное, систематическое, стратифицированное) и о мерах, принятых для минимизации влияния различий в количестве ловушек на сравнительный анализ, была бы полезным дополнением к методическому разделу.

Возник вопрос к методике расчёта частоты нападений хищников на пластилиновые модели (глава 5). Поскольку при анализе повреждений каждая модель для каждого типа атаки учитывается бинарно (повреждена / не повреждена), независимо от количества следов, расчётная частота атак может иметь нелинейную зависимость от времени экспозиции. Как эта особенность методики соотносится с варьированием времени экспозиции в эксперименте (от 5 до 16 дней) и пересчётом числа атак на модель в сутки? Не приводит ли бинарный учёт к потере информации о кратности нападений и, как следствие, к смещению оценок интенсивности атак при сравнении результатов, полученных при разной продолжительностью экспозиции?

Во всех основных главах работы автор последовательно сопоставляет полученные результаты с данными литературы, демонстрируя высокий уровень аналитической

проработки. Однако в главе 5, посвящённой оценке пресса хищников с помощью пластилиновых моделей, сравнительный анализ носит преимущественно качественный характер и сводится к обсуждению общих закономерностей, тогда как прямое количественное сопоставление ключевых метрик (в частности, частоты атак на одну модель в сутки) с результатами аналогичных исследований отсутствует. Просим автора пояснить, чем обусловлено отсутствие такого сравнения. Насколько корректно сопоставлять абсолютные значения между исследованиями с применением пластилиновых моделей, выполненных по разным протоколам (различные размеры моделей, продолжительность экспозиции и т.д.)? Не снижает ли возможность корректного межисследовательского сравнения отсутствие методического единообразия и, как следствие, не ограничивает ли это общую ценность данного подхода и воспроизводимость результатов в экологических исследованиях?

Из описания полевого эксперимента с внесением изотопной метки (глава 6) следует, что осуществлялся сбор вылетающих двукрылых, однако в тексте не указано, проводился ли их изотопный анализ. Учитывая, что по результатам диссертационной работы именно имаго двукрылых являются одним из ключевых каналов переноса детритного углерода в наземный ярус, выполнение изотопного анализа этой группы могло бы стать важным дополнением. Это позволило бы напрямую отследить ассимиляцию метки в промежуточном звене между почвой и наземными хищниками-генералистами и тем самым замкнуть трофическую цепь в рамках единого эксперимента.

Заключение. Диссертация Виноградова Дмитрия Дмитриевича представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, цель которой была достигнута автором, а задачи выполнены. Основные результаты исследования представлены в четырёх публикациях в журналах из списка ВАК и апробированы в четырёх докладах на всероссийских и международных конференциях. Выводы соответствуют поставленным задачам, а автореферат корректно отражает содержание диссертации. Высказанные вопросы и замечания не снижают общей ценности и оригинальности представленной работы. Защищаемая работа полностью соответствует критериям пунктов 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г., предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Виноградов Дмитрий Дмитриевич, заслуживает

присуждения учёной степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.15 «Экология» (Биологические науки).

Отзыв рассмотрен на заседании Отдела экологии животных Института биологии Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук», протокол заседания № 5 от 16 апреля 2026 и единогласно принят в качестве отзыва ведущей организации.

Присутствовало 24 человека,
Проголосовали «За»: 24 (единогласно)
Проголосовали «Против»: 0
Воздержались: 0

Составитель отзыва:

Старший научный сотрудник отдела экологии животных
Института биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН
кандидат биологических наук

Кудрин Алексей Александрович

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук»

Тел.: 8 (8212) 24-53-78

E-mail: info@frc.komisc.ru

167982, Республика Коми, г. Сыктывкар, ГСП-2, ул. Коммунистическая, 24

Подпись Кудрина А.А. заверяю:

Заместитель директора по научной работе
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН



А.Я. Полле