ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Борисова Алексея Сергеевича «Сезонные трансширотные миграции стрекоз (Odonata) в афро-евразиатском регионе», представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.14. Энтомология

В силу своей эстетической привлекательности стрекозы пользуются повышенным вниманием как энтомологов, так любителей природы всяких мастей. Русские народные названия, как-то: бабка, дедка, лютка, коромысло, красотка-девушка – лишние свидетельства давнего интереса человека к этим существам. В результате многолетнего интенсивного изучения стрекоз собрана обширная информация об этих уникальных во многих отношениях насекомых, представляющих инфракласс древнекрылых (Palaeoptera). Несмотря на их реальную древность, стрекозы восхищают своим внешним совершенством, скоростным и маневренным полетом, а последнее время и сведениями о протяженности их регулярных перелетов. Именно регулярным миграциям посвящена диссертационная работа А.С. Борисова «Сезонные трансширотные миграции стрекоз (Odonata) в афро-евразиатском регионе», а точнее одной из актуальных проблем современной одонтологии – подтверждению масштабных перемещений стрекоз между умеренными и более низкими, субтропическими и тропическими, широтами. Выявление ранее неизвестных потоков колоссальной массы живого вещества позволяет по-новому взглянуть на многие процессы в биосфере, на роль в ней регулярно мигрирующих насекомых. Как показал диссертант в обзоре изученных литературных источников, миграции стрекоз энтомологи наблюдали еще в 19 веке, но глубокое изучение их природы началось только во второй половине прошлого столетия. Всплеск интереса к данной тематике вызвали исследования, основанные на использовании изотопного метода (определения содержания дейтерия в метаболически инертных тканях животных). Именно этот метод стал главной составляющей методологии диссертационного исследования Алексея Сергеевича.

Обоснованность научных положений и выводов. В своем исследовании Алексей Сергеевич достаточно убедительно обосновывает 3 положения, вынесенные на защиту. В соответствующих главах в результате анализа оригинальных данных по изотопным меткам четырех видов стрекоз афро-евразиатского региона и обширной информации об их биогеографии, фенологии, развитии и различных аспектах экологии установлены сезонные трансширотные миграции; для Pantala flavescens и Anax ephippiger между тропическим и умеренным поясами и для Sympetrum fonscolombii и Anax parthenope

преимущественно между субтропическим и умеренным поясами. В последней главе диссертант дает обоснование двум другим защищаемым положениям: раскрывает особенности миграционных стратегий «тропических» и «субтропических» стрекоз-мигрантов и доказывает адаптивный характер трансширотных миграций. Заключение и выводы в полной мере отражают результаты проведенного исследования, обоснованы фактическим материалом и его статистической обработкой.

Достоверность и новизна полученных результатов. Исходя из поставленной цели исследования и его задач, соискатель разработал методологию своей работы. Изотопный метод как основной в данном исследовании сочетался с полевыми наблюдениями, анализом огромного пласта специальной литературы, информации с интернет-платформы iNaturalist и иных баз данных. Алексей Сергеевич в своем исследовании использовал 459 образцов стрекоз-иммигрантов и резидентных стрекоз, собранный в 11 странах изучаемого региона. Изотопный анализ соискатель проводил в Центре коллективного пользования при ИПЭЭ РАН (г. Москва) по общепринятой методике на высокоточном оборудовании, включая элементные анализаторы TC/EA, Flash 1112 и изотопный масс-спектрометр Thermo Delta V Plus. Статистическая обработка полученных данных осуществлялась с использованием программного пакета PAST и включала методы параметрической статистики для подтверждения достоверности результатов.

Диссертантом впервые на основе анализа стабильных изотопов водорода (δ^2H) в афро-евразиатском регионе установлены сезонные трансширотные миграции четырех видов стрекоз. В весенне-летний период эти стрекозы прилетают из тропических/субтропических частей ареала в умеренные широты, где развиваются их летние поколения, которые осенью мигрируют в обратном направлении.

Для Pantala flavescens установлена обширная область миграций между Восточной Африкой и Аравией, Средней Азией и Индостаном. Протяженность миграций двух поколений этого вида по оценкам соискателя может превышать 14000 км. Область миграций Sympetrum fonscolombii простирается от Московской и Кировской областей, Южного Урала и юга Западной Сибири до Аравийского полуострова и побережья Аравийского моря. У Anax parthenope в Европейской России установлены сезонные миграции разных поколений, а также способность к зимнему развитию в северных частях ареала. Область миграций простирается от Ленинградской и Новгородской областей до Северо-Восточной Африки и Юго-Западной Азии. Областью происхождения иммигрантов A. ephippiger, прилетающих на юг России, признана Сахель и Юго-Западная Азия.

Установлены миграционные стратегии исследованных видов стрекоз, обусловленные спецификой их распространения и температурными преференциями преимагинальных стадий. Показано, что сезонные трансширотные миграции стрекоз представляют собой механизм максимально полного использования ресурсов среды в пространстве и во времени. Впервые создана база данных изотопных значений (δ^2H) иммигрантов и резидентных стрекоз в афро-евразиатском регионе.

Научная и практическая значимость полученных результатов заключается в том, что они в значительной мере расширили наши знания о сезонных трансширотных миграциях насекомых между разными климатическими поясами и позволили выявить специфику адаптивных стратегий разных видов стрекоз. Показано, что в зависимости от условий среды стрекозы-мигранты способны оперативно осваивать новые территории, расширяя границы своих ареалов. Эта особенность изученных стрекоз позволяет рассматривать их в качестве индикаторов климатических изменений. Материалы о миграциях стрекоз предполагается использовать в курсах лекций и при проведении практических занятий по зоологии беспозвоночных для студентов различных ВУЗов. Сформированная база данных изотопных значений (δ^2H) стрекоз является важной основой для дальнейших исследований миграций как стрекоз, так и других насекомых.

Оценка содержания диссертации, её завершенность. Диссертация изложена на 153 страницах и состоит из введения, 7 глав, заключения, выводов, списка литературы и приложения. Текст иллюстрирован 12 таблицами и 37 рисунками.

Введение диссертации написано по общепринятым правилам и соответствует по содержанию структурному элементу автореферата «Общая характеристика работы». В нем обоснована актуальность исследования, поставлена цель и задачи исследования; отмечены научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, сформулированы выносимые на защиту положения, содержится информация об апробации работы, личном вкладе автора в работу, структуре и объеме работы. В завершении введения выражаются благодарности.

Первую главу соискатель посвятил обзору литературы о миграциях стрекоз, истории и методах их изучения. В последнем ее разделе фактически дано обоснование выбора объектов исследования, упомянутых выше четырех видов стрекоз, на протяжении многих лет привлекающих внимание отечественных одонтологов. Главу логично дополняет словарь терминов, данный отдельно перед списком литературы. Во второй главе А.С. Борисов описывает использованные методы полевых и лабораторных исследований, указывается изученные материалы, детальная информация о которых размещена в Приложении. Раздел хорошо иллюстрирован. В каждой из следующих четырех глав

соискатель рассматривает миграции каждого вида-мигранта в отдельности. Анализируются изотопные свидетельства их миграций, обосновываются вероятные пути миграций и миграционные стратегии. В последней главе обсуждается особенности установленных стратегий стрекоз-мигрантов и их адаптивный характер.

Список литературы, использованной при написании диссертации, включает 236 публикаций, в том числе 202 источника на иностранных языках. Список составлен в алфавитным порядке, оформлен в едином стиле. В тексте диссертации имеются соответствующие ссылки.

Приложение к диссертации содержит 11 таблиц, в которых представлен фактически весь изученный материал.

Положения, вынесенные на защиту, нашли достаточно полное отражение в 10 публикациях соискателя, среди которых 8 статей опубликованы в рецензируемых журналах из списка ВАК. Работа прошла апробацию на двух съездах Русского энтомологического общества в 2017 и 2022 гг. Автореферат в полной мере отражает содержание диссертации.

Некоторые **замечания и вопросы** оппонента связаны как с деталями оформления диссертации, так и с ее содержанием.

1. Прежде всего непонятно, что соискатель подразумевает под «афро-евроазиатским регионом». В тексте диссертации пределы этого региона никак не оговариваются, нет и ссылок на предшественников в использовании этого названия. Является ли «афро-евразиатский регион» синонимом Старого Света, то есть совокупности трех частей света: Африки, Европы и Азии? Кстати, Азия является именно частью света, а не континентом (стр. 56, 57, 65).

2. Надо признать некорректным использование словосочетания «в период муссонов» (стр. 43), так как муссонный климат или муссонная циркуляция воздушных масс – это характеристика географической области – пространства, охваченного этой циркуляцией, а не название временного периода, времени года, когда мы говорим о летнем или зимнем муссоне. В целом понятно, что автор имел в виду летний муссон, то есть потоки воздушных масс, идущие с моря на сушу, что характеризует как тропический муссонный климат Индии, так и климат восточных окраин разных материков (континентов) в субтропических и теплых умеренных широтах.

3. Именно с недостаточным вниманием, уделенным соискателем атмосферной циркуляции, можно связать другое замечание. Из обсуждения в главах 4-6 направленности миграций и предполагаемых областей происхождения изученных стрекоз-иммигрантов следует привязка «тропических/субтропических» поколений к

территориям, лежащим южнее мест поимки иммигрантов: Иран, Ближний Восток, Восточная Африка. По сути, обосновывается представление о целенаправленности массовых перемещений с юга на север и обратно 4-х видов стрекоз, ставших основным объектом исследования. Несколько выбиваются из общей картины некоторые векторы перелетов Pantala flavescens (рис. 3.6), осенние миграции которой из Индии в Восточную Африке явно обусловлены началом зимнего муссона в Индии и направлением пассатов в Индийском океане. Роль господствующих ветров в миграциях данного вида была ярко продемонстрирована пионерами использования изотопного метода в одонтологии (Hobson et al., 2012). Вероятно, надо учитывать сезонные аспекта атмосферной циркуляции не только в отношении данного вида. Субтропические широты Старого Света: всё Средиземноморье от Атласских гор до Ближнего Востока и даже Центральная Азия (Иран) в зимний период попадают в область западного переноса. К весне эта зона смещается в более высокие широты, и можно ожидать массовый занос насекомых, включая стрекоз, из субтропиков в умеренные широты более восточных долготных секторов. Представляется, что господствующие сезонные ветры несут основную массу мигрирующих стрекоз в определенном направлении, а индивидуальное развитие имаго определяет протяженность их перелетов и, соответственно, положение мест репродукции. Какая-то часть мигрантов неизбежно попадает в категорию «бродяжек», и потенциально может стать основателями новых популяций. Полагаю, что выяснение истинной роли атмосферной циркуляции в миграциях стрекоз важнейшая задача одонтологии, впрочем, как и доказательство целенаправленности сезонных миграций. Для того и другого потребуются новые подходы и методы. Цель же диссертационного исследования Алексея Сергеевича в принципе достигнута; с помощью анализа стабильных изотопов водорода установлены трансширотные миграции для 4 видов стрекоз, ставших объектами его исследования.

4. Список литературы составлен диссертантом в алфавитном порядке, но местами имеет место хронологическая последовательность (источники 58-59) или порядок источников непонятен (112-114, 168-170). В других случая не указан год публикаций самого диссертанта: источники под номером 47 и 54. Также три публикации Борисова С.Н. с соавторами за 2020 год (52-54) не имеют порядковых индексов, как и соответствующие этому году ссылки (стр. 56, 57, 59, 64, 72, 73,76). Это же касается статей H.J. Dumont (85, 88) и ссылок на этого автора (стр. 57, 101).

Сделанные замечания нисколько не умоляют достоинств исследования Алексея Сергеевича; они касаются либо немногочисленных неточностей, связанные с редактированием текста, либо могут быть разрешены в ходе защиты диссертации.

Заключение. Проведенный анализ работы соискателя показал, что диссертационная работа «Сезонные трансширотные миграции стрекоз (Odonata) в афро-евразиатском регионе» представляет собой завершенную самостоятельную научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям изложенным в п.п. 9-14 «Постановления Правительства РФ от 24.09.2013 N 842 (ред. от 25.01.2024) "О порядке присуждения ученых степеней" (вместе с "Положением о присуждении ученых степеней"), а её автор, Борисов Алексей Сергеевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.14 – энтомология.

Доктор биологических наук
по специальности 03.00.09 – энтомология, профессор,
профессор кафедры безопасности жизнедеятельности и естественных наук
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Амурский гуманитарно-педагогический государственный университет",

Мутин Валерий Александрович

681000 г. Комсомольск-на-Амуре, ул. Кирова 17, корп. 2.
Телефон (факс): +7(4217)59-14-30
E-mail: mail@amgpgu.ru, valerimutin@mail.ru

Подпись Мутина В.А. заверяю:
Проректор по научной работе
16 апреля 2026 г.

Ю.В. Серебренникова