

Отзыв

на диссертацию Дмитрия Леонидовича Мусолина на тему «Щитники (Heteroptera: Pentatomoidea): разнообразие сезонных адаптаций, механизмов контроля сезонного развития и реакций на изменение климата», представленную на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 03.02.05 – энтомология.

Диссертация Дмитрия Леонидовича Мусолина посвящена анализу и обобщению материалов, касающихся особенностей сезонного развития одной из важнейших групп полужесткокрылых (Heteroptera) — щитников (Pentatomoidea), разнообразия схем их сезонного цикла, взаимоотношений и взаимодействий элементов их сезонных циклов (зимней и летней диапауз, миграций, полиморфизма) в условиях меняющегося климата. Очевидную актуальность диссертации Д.Л.Мусолина обеспечивает уже то обстоятельство, что ряд изученных им видов щитников (представителей сем. Pentatomidae, Scutelleridae и др.) является экономически значимыми вредителями культурных или декоративных растений, несколько видов (такие как *Nezara viridula*, *Halyomorpha halys*, и др.) активно расширили свои ареалы, приобретя статус инвазионных вредителей, а другие виды, такие как *Podisus maculiventris* и *Perillus bioculatus* используются как агенты биологического контроля. Совершенно очевидно, что знание биологии щитников и закономерностей их сезонного развития представляет несомненный интерес с точки зрения разработки систем сдерживания вредоносности хозяйственно важных видов или, наоборот программ, обеспечивающих подавление вредных видов средствами биометода.

Забегая несколько вперед, отмечу, что диссертационная работа Д.Л.Мусолина по целому ряду позиций является уникальной, и прежде всего в том отношении, что она более чем наполовину выполнена на японском энтомологическом материале и японском оборудовании, в соавторстве со многими, в т.ч. известными в мире специалистами из Университетов Осаки и Киото и др. научных центров, в которых Д.Л.Мусолин трудился на протяжении более чем 10 лет (1998-2009 гг.). Проанализированное и систематизированное диссертантом разнообразие реакций щитников на изменение климата, продемонстрированная комплексная реакция модельного объекта *Nezara viridula*, проявляющаяся в смещении границы ареала, неадаптивном времени формирования зимней диапаузы на севере ареала, критическом угнетении населяющих пищеварительный тракт щитника облигатных симбиотических бактерий, отличаются существенной новизной и дают общее представление об изменениях, которые может обнаруживать биота в связи с климатическими изменениями в будущем.

Изложение диссертационной работы Д.Л.Мусолина несколько отличается от стандартного, она написана в монографическом ключе, в целом напоминая расширенный вариант лекционных курсов. Рукопись состоит из Введения, семи глав, заключения, выводов и нескольких списков, в т.ч. сокращений и условных обозначений, цитированной литературы (в автореферате сообщается о 770 источниках, я же насчитал таковых 774, в том числе на иностранных языках по моим подсчетам ссылок 677, в автореферате же автором указывается 675 названий), а также список иллюстративного материала и трех приложений. Всего рукописного текста в диссертации 435 страниц, основная же часть помещается на 301 странице, диссертация содержит 7 таблиц и 123 рисунка. Кстати, о ссылках на источники в списке литературы. В рукописи диссертации они оформлены таким образом, что полный список авторов повторяется два раза — сначала вначале, т.е. до названия работы, а второй раз после слэша, за названием, т.е. так: Walther, G.-R., Roques, A., Hulme, P.E., Sykes, M.T., Pyšek, P., Kühn, I., Zobel, M., Bacher, S., Botta-Dukát, Z., Bugmann, H., Czúcz, B., Dauber, J.,

Hickler, T., Jarošík, V., Kenis, M., Klotz, S., Minchin, D., Moora, M., Nentwig, W., Ott, J., Panov, V.E., Reineking, B., Robinet, C., Semenchenko, V., Solarz, W., Thuiller, W., Vilà, M., Vohland, K., Settele, J. Alien species in a warmer world: risks and opportunities / G.-R. Walther, A. Roques, P.E. Hulme, M.T. Sykes, P. Pyšek, I. Kühn, M. Zobel, S. Bacher, Z. Botta-Dukát, H. Bugmann, B. Czúcz, J. Dauber, T. Hickler, V. Jarošík, M. Kenis, S. Klotz, D. Minchin, M. Moora, W. Nentwig, J. Ott, V.E. Panov, B. Reineking, C. Robinet, V. Semenchenko, W. Solarz, W. Thuiller, M. Vilà, K. Vohland, J. Settele // Trends in Ecology & Evolution. — 2009. — Vol. 24, Issue 12. — P. 686—693. В результате список литературы смотрится диковато, что студенту еще можно было бы простить, но преподавателю ВУЗа — никак. При этом, в автореферате, который помимо оппонентов читают члены совета, да и много кто еще, список публикаций по теме диссертации оформлен как положено.

Во Введении, как это сейчас стало общепринятым, кратко сформулированы актуальность темы исследований, степень ее разработанности, цель и задачи исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, положения, выносимые на защиту, апробация результатов, публикации, структура и объем диссертации, личный вклад автора, благодарности. Прежде всего отметим четко сформулированные цель исследования — комплексно проанализировать и систематизировать разнообразие сезонных адаптаций, механизмов контроля сезонного развития и реакций на изменение климата у щитников надсемейства Pentatomoidea и 5 задач, направленных на экспериментальное изучение и систематизацию разнообразия сезонных адаптаций и циклов развития у щитников, их типологию, реакции на изменение климата. Что касается разработанности темы, то здесь никак нельзя не согласиться с диссертантом, утверждающим, что: «...закономерности сезонного развития представителей надсемейства и их нынешние и потенциальные реакции на изменение климата практически никогда не подвергались комплексному монографическому исследованию». Соответственно, научная новизна работы не вызывает сомнений, в т.ч., что автором впервые в сравнительном плане было проанализировано разнообразие сезонных адаптаций щитников, впервые предложена единая типология проявлений диапаузы у щитников с выделением типов (эмбриональная, личиночная и имагинальная), форм (облигатная и факультативная) и сезонных классов (зимняя и летняя диапаузы), впервые изучено разнообразие реакций щитников на изменение климата и выделено шесть категорий таких реакций, а на примере щитника *Nezara viridula* впервые экспериментально и комплексно изучены самые разнообразные реакции насекомого на изменение климата. Материалы, представленные в разделе, убедительно свидетельствуют о высокой публикационной активности Дмитрия Леонидовича (результаты его исследований нашли отражение в монографии, четырех главах в коллективных монографиях, 50 статьях, опубликованных в журналах и сборниках, в том числе в 31 публикации в изданиях, поименованных в Перечне ВАК) и участия его как докладчика в немалом числе конгрессов, включая международные высокого уровня. Несмотря на общее весьма положительное впечатление, в т.ч. в части описания теоретической и практической значимости работы, нельзя не упрекнуть диссертанта в том, что степень достоверности полученных результатов так и осталась им незатронутой, хотя в соответствии с рекомендациями ВАК в данном разделе «соискатель должен показать, что изложенные в диссертационном исследовании положения, выводы и рекомендации являются достоверными, то есть объективно существуют, а не являются следствием ошибочных построений и умозаключений соискателя».

В первой главе «Общая характеристика надсемейства щитников (Pentatomoidea) и реакций насекомых на изменение климата» в первом разделе кратко охарактеризованы все семейства, входящие в Pentatomoidea, приведены известные литературные сведения о биологических особенностях видов, их распространении, пищевой специализации, жизненных циклах. Во втором разделе диссертант в краткой форме изложил официальную точку зрения на изменение климата как глобального явления, затронул его масштабы и в общем виде охарактеризовал реакции насекомых на глобальное потепление. Обсуждение этой проблемы в диссертации не отличается глубиной, оно все же довольно поверхностно. Так, совершенно не упомянуто, что климат на Земле менялся циклично еще задолго до появления человеческой цивилизации, и аридные эпохи сменялись влажными, менялся уровень океана, сдвигались климатические пояса, и т.д. Ибо цикличность — фундаментальное свойство развития и функционирования причем не только природных, но и социальных явлений, т.е. всего сущего, начиная от звездной и солнечной активности, геомагнитного и электромагнитного полей, тектонической, вулканической активности литосферы, изменений атмосферы (давления, температуры, осадков, атмосферного электричества, и т.п.) и кончая социальной сферой — развитием общества в целом и отдельных его подсистем (экономики, социальной политики, культуры и т. п.) (Пюрвеев, 2013). Феномену цикличности посвящена огромная литература, и в первую очередь — экономическим циклам (Schumpeter, 1939; Burns, Mitchell, 1946; Lucas, Lucas, 1987; Кондратьев, 1989; Hodrick et al., 1997; King, Rebelo, 1999, и др.). Так, во временном аспекте в экономической литературе различают краткосрочные циклы Китчина (2-4 года), среднесрочные циклы Жюгляра (8-10 лет) и длинные волны конъюнктуры Н.Д. Кондратьева (50 лет и более) (Коротаев, Цирель, 2009). Главное, что необходимо особо подчеркнуть, это то, что в основе любого адекватного научного прогноза должно лежать знание закономерностей циклического поведения объекта прогнозирования. Возвращаясь к проблеме потепления климата, стоит отметить, что инструментальные метеонаблюдения последних 300 лет в той или иной мере позволяют сделать инструментальную калибровку климатических ритмов Земли (напр., см. Поморцев и др., 2015), однако споры по проблеме не утихают, в связи с тем, что природа климатических циклов Земли остается во многом загадочной. И вполне вероятно, если основываться на циклах Миланковича, что уже в ближайшие десятилетия может начаться резкий спад среднегодовой температуры, который будет продолжаться несколько тысяч лет и достигнет минимума грядущего ледникового периода через 50-80 тысяч лет. Теперь из области более мелких замечаний к обзору литературы. Поскольку одним из важных разделов работы является оценка потенциального влияния изменения климата на бактерий-симбионтов у щитников, ожидаешь найти в обзоре литературы пусть и краткий, но анализ существующих представлений о симбионтах насекомых вообще, их роли в жизни хозяев. Далее, учитывая, что в работе неоднократно затрагивается вопрос оценки эффектов потепления климата на вероятные изменения численности тех или иных видов щитников, логично было бы в обзоре литературы упомянуть и о факторах, влияющих на динамику численности щитников, особо отметив сложный характер взаимодействий организмов в биоценозах. И еще по поводу ссылок на литературные источники. Приведу лишь один, но характерный пример. В разделе 1.3.4. «Изменения вольтинизма» диссертантом цитируются сплошь иностранные публикации за исключением, правда двух или трех работ Д.Л.Мусолина и А.Х.Саулич. Но ведь по соседству, в ВИЗР публикуются серии работ по оценке эффектов потепления климата на фенологию насекомых, в т.ч.: (1) Овсянникова Е.И., Гричанов И.Я. 2002. Развитие яблонной

плодожорки *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera, Tortricidae) в Северо-Западном регионе России в условиях потепления климата. Тез. докл. XII съезд РЭО, Санкт-Петербург, 19-24 августа 2002, с. 261. (2) Овсянникова Е.И., Гричанов И.Я. 2002. Развитие яблонной плодовой жорки в условиях потепления климата в Европейской части России. Вестник защиты растений, 3: 20-28. (3) Гричанов И.Я., Овсянникова Е.И. Влияние изменения климата на развитие вредителей растений в Северо-Западном регионе России. Международный форум «Земля и урожай» (III конференция "Рынок и рациональное использование удобрений и агрохимической продукции", 5-8 июня 2007, Санкт-Петербург. Тезисы). Санкт-Петербург: Farexpro, 2007, с. 80-81.

В главе 2 «Материалы и методы» представлен перечень работ, которые осуществлял автор либо в лабораторных условиях, либо в условиях, в той или иной мере приближенных к природным — с естественной длиной дня и суточным ходом температуры, влажности и прочих параметров, но защищенных от хищников, паразитоидов, прямого солнечного света и дождя. Здесь сообщается, что исследования с применением методики имитации изменения климата проведены в специально спроектированном экспериментальном инкубаторе с прозрачными стенками, где температура постоянно была выше на 2,5°C, чем температура во внешней среде. Из замечаний по главе обратим внимание на следующие моменты. Вместо того, чтобы хотя бы кратко описать принципы и подходы, использованные в исследованиях, автор сообщает, что «примененные методики изложены в оригинальных публикациях, ссылки на которые приведены в соответствующих разделах диссертации». Но ведь в методическом разделе хотелось бы обнаружить схемы опытов, проанализировать методологические принципы, которыми руководствовался диссертант. Так, например, сообщается, что в эксперименте по изучению физиологических показателей во время зимовки, имаго *Nezara viridula* содержали в квазиприродных условиях в групповых контейнерах. Выходит, что чтобы узнать число повторений в опыте, понять схему размещения контейнеров, оценить логику разбиения дисперсий, использованную автором при статистическом анализе, читателю придется лезть в оригинальные публикации? Включая таковые, опубликованные на японском языке? Впрочем, в отношении методической части один вопрос к автору имеется: не слишком ли грубой является имитация условий потепления климата в опытах в экспериментальном инкубаторе, когда монотонно поддерживается более высокая температура в сравнении с внешней средой на 2.5 °C, ведь эффекты потепления климата однозначно нелинейны по сезонам года... Еще одно замечание к разделу заключается в том, что все изображения модельных энтомологических объектов неоригинальные, т.е. взяты из Интернета и здесь нам не удалось обнаружить ни одной фотографии с авторством диссертанта. Причем диссертант не упоминает в тексте о том, получал ли он разрешения на использование изображений у их законных авторов.

В третьей главе «Зимняя диапауза в сезонном цикле полужесткокрылых надсемейства щитников (Pentatomoidea)», основываясь на модели диапаузы, предложенной Košťál (2006), автор характеризует три типа диапаузы у щитников (эмбриональную, личиночную и имагинальную или репродуктивную), показывая, что из двух форм диапаузы (облигатной и факультативной) последняя встречается чаще. Далее, диссертант выделяет два сезонных класса диапаузы (зимнюю и летнюю). Разбиение диапаузы на типы, формы и классы несомненно вносит важный вклад в упорядочение существующей терминологии. Из замечаний по разделу можно отметить курьезы с падежами: сплошь и рядом слова «таблица» и «рисунок» даны в именительном падеже вне зависимости от контекста,

например, «Данные Таблица 3.1. и Приложение 1 позволяют заключить, что зимняя имагинальная диапауза является самой распространенной формой покоя у щитников.» Или «На Рисунок 3.2 приведена типичная ФПР индукции зимней диапаузы длиннодневного типа, обнаруженная в лабораторном эксперименте у щитника *Nezara viridula* (популяция из г. Осака; Musolin, Numata, 2003a).» «Критический фотопериод и его вариация между полами и в зависимости /от температуры также показаны на Рисунок 3.2.» Неудачной представляется калька с английского — «преовипозиционный период». В свое время покойный проф. В.И.Тобиас предлагал использовать вместо такого словосочетание «преядйцекладный период».

В главе 4 «Сопряженные с диапаузой сезонные адаптации полужесткокрылых надсемейства щитников (Pentatomoidea)» рассмотрены разнообразные адаптации, которые хотя и непосредственно не связаны с зимовкой, но так или иначе могут повышать жизнеспособность щитников в условиях ярко выраженной сезонности климата. Здесь диссертант с той или иной степенью подробности и погружения в материал рассматривает такие явления, как (1) миграции, широко распространенные среди насекомых и свойственные некоторым таксономическим группам щитников; (2) агрегации (характерная черта биологии многих представителей Pentatomoidea); (3) фотопериодическую регуляцию скорости роста личинок (при осеннем сокращении длины дня скорость роста личинок растет); (4) полиморфизм (наличие двух или более различных фенотипов), разделяемый на генетический и экологический (полифенизм); (5) сезонные изменения окраски тела имаго и (6) личинок; (7) сезонный полифенизм по форме тела; (8) летнюю диапаузу или эстивацию. В основном главу следует рассматривать как добротный аналитический обзор литературы (хотя в анализ также включены и собственные публикации диссертанта), способствующий систематизации накопленного материала. В разделе много изображений, они безусловно способствуют лучшему усвоению материала, но практически все они взяты из интернета и здесь возникают вопросы, уже озвученные мною выше, в частности в плане соблюдения авторских прав при их воспроизведении.

В главе 5 «Сезонные циклы полужесткокрылых надсемейства щитников (Pentatomoidea)» проанализированы типичные и наиболее подробно изученные схемы сезонного развития щитников умеренного климата, участвующие в формировании определенного типа сезонного цикла, а также оценена степень сходства и различия в характере сезонного развития у видов разной систематической принадлежности. На основе комбинации сезонных адаптаций, рассмотренных автором в главах 3 и 4, возникло разнообразие сезонных схем развития, среди которых различают гомодинамный и гетеродинамный типы сезонного развития. Материал, представленный в главе весьма интересен. Диссертант убедительно продемонстрировал, что кажущаяся простота моновольтинного цикла бывает сопряжена с различными адаптациями, способствующими не только поддержанию такого сезонного цикла, но и синхронизации сроков прохождения отдельных стадий с определенными периодами сезона, наиболее благоприятными для их активного развития или, напротив, зимовки, причем такие адаптации могут быть обнаружены только экспериментальным путем. Особый интерес, на наш взгляд, вызывает материал, изложенный в разделах 5.5.1 «Естественные или случайные инвазии (на примере *Nezara viridula* и *Halyomorpha halys*)» и 5.5.2. «Преднамеренные интродукции (на примере *Perillus bioculatus* и *Podisus maculiventris*)». Осуществленный диссертантом анализ имеющихся данных убедительно свидетельствует, что специфический сезонный цикл свойственен не столько виду в целом, сколько отдельным его популяциям, и он полностью

определяется условиями обитания именно конкретной популяции каждого вида в локальных условиях. Впрочем, данный вывод вероятно можно распространить на большинство видов насекомых.

В главе 6 «Сезонное развитие полужесткокрылых (Heteroptera) в условиях изменения климата» все реакции насекомых на изменение климата разделены на 6 категорий, каждая из которых рассмотрена на конкретных примерах реакций полужесткокрылых. Безусловно, нельзя не согласиться с автором в том, что, хотя «накопленные к настоящему моменту данные очень разнятся по содержанию, но позволяют предположить, что влияние потепления климата на насекомых в целом и на полужесткокрылых в частности, будет комплексным и различающимся в зависимости как от скорости потепления, так и от экологических особенностей разных видов и регионов, ими заселяемых». И, естественно, «даже в пределах одного вида или популяции реакции будут различаться между разными параметрами и в разные сезоны.» В то же время, нельзя не отметить, что по своему внутреннему содержанию, сложности и направленности эффектов, рассмотренные автором категории, а именно касающиеся изменений (1) ареалов, (2) численности, (3) фенологии, (4) вольтинизма, (5) морфологии, физиологии и поведения и (6) структуры сообщества, т.е. взаимоотношений с другими видами существенно различны. И если в отношении реакций насекомых, касающихся фенологии или вольтинизма, ожидаемый эффект довольно очевиден, то в отношении реакции по численности он таковым не может быть по определению. В настоящее время стало общепринятым, что численность популяций так или иначе контролируется в соответствии со следующими принципами: (1) регуляция осуществляется благодаря действию зависимых от плотности (density dependence) факторов (Hassell, 1986; Harrison, Cappuccino, 1995; Sharov, 1996; Nixon, Webster, 2002), (2) регулирующие эффекты зависимых от плотности факторов перекрывают возмущающие эффекты независимых от плотности факторов (Turchin, 1995; Middleton et al., 1995), и (3) как паразитизм/хищничество/болезни, так и конкурентные отношения могут обеспечивать регуляцию благодаря зависимым от плотности эффектам; при этом конкуренция за ресурсы (“bottom-up” регуляция) является зависимой от плотности по определению, тогда как хищничество (в широком смысле) обнаруживает зависимость от плотности лишь при наличии численной или функциональной реакции хищника на плотность жертвы (Murdoch, Oaten, 1975; Taylor, 1984; Sinclair, Pech, 1996). Таким образом, отрицательная обратная связь, обеспечивающая регуляцию, возникает как благодаря внутренним по отношению к популяции (внутривидовая конкуренция), так и внешним (хищничество) воздействиям, эффекты которых оказывают либо прямое (direct density dependence), либо замедленное действие (delayed density dependence) на численность популяции (Sih et al., 1985), являющихся следствием взаимодействий на экосистемном уровне (Pimm, 1991; Naeem, 2002). Соответственно, совершенно неудивительным является упомянутое диссертантом на стр. 253 противоречие между данными полевых экспериментов, имитирующих потепление зимой на 3°C, и предсказаниями модели динамики численности *Leptocorisa acuta* (сем. Alydidae). Более того, можно полагать, что изменения в уровне численности будут осуществляться в сложной зависимости от реакции сообщества (здесь употреблена терминология диссертанта) не только при значительном потеплении климата (>2°C) (как утверждается в табл. 6.1), но и при незначительном потеплении, и вне зависимости от того, какие виды щитников имелись в виду — поли- или моновольтинные. Впрочем, автор и сам ближе к концу своей работы начинает осознавать, что примитивная цвельферовская схема

однозначно положительного эффекта потепления климата на численность насекомых, как пойкилотермных животных, не работает. Он пишет: «насекомые будут испытывать на себе влияние потепления климата через изменение не только температуры, но и всего комплекса меняющихся внешних условий, причем эти изменения не будут одинаковыми на протяжении всех сезонов. Растения-хозяева, конкуренты, хищники, паразиты и симбионты будут так или иначе реагировать на сезонные изменения многих физических и биологических факторов среды как индивидуально, так и в комплексном взаимодействии. Все это делает прогнозирование последствий потепления или любого изменения внешних условий чрезвычайно сложным и трудно предсказуемым».

В главе 7 «Реакция настоящего щитника *Nezara viridula* (Pentatomidae) на изменение климата» освещаются результаты мониторинга и большой серии полевых и лабораторных экспериментов, целью которых было оценить реакции этого широко распространенного щитника на изменение климата в центральной Японии. Так, в этой главе приведены материалы, характеризующие (1) смещение северной границы ареала для условий Японии, изменение (2) выживаемости при зимовке и репродукции насекомого после диапаузы, (3) фенологии и параметров жизненного цикла, (4) размеров и физического состояния имаго, (5) окраски имаго и выживаемости его в зимний период, и т.д. Особый интерес представляют результаты нескольких серий экспериментов, благодаря которым диссертанту удалось убедительно показать, что высокие субоптимальные температуры способны подавить развитие облигатных бактериальных симбионтов *N. viridula*, тем самым вызывая серьезные нарушения в жизнедеятельности хозяина, вплоть до патогенеза. Материалы, представленные в главе, безусловно интересны, хотя, наверное, надо иметь в виду, что имитация потепления (при которой температура была постоянно выше температуры в квазиприродных условиях на 2.5 °C), строго говоря, должна рассматриваться не как полноценная модель, а лишь как предварительная прикидка.

В Заключение подводится краткий итог сказанному в диссертации, а именно, что «щитники надсемейства Pentatomoidea демонстрируют удивительное разнообразие механизмов контроля сезонного развития и адаптаций, участвующих в его реализации в меняющихся условиях внешней среды», и что «анализ сезонного развития щитников показал, что эволюция сезонных адаптаций не всегда точно соответствует филогенезу, но в пределах отдельных родов (например, *Palomena* с облигатной диапаузой и фотопериодической регуляцией скорости роста личинок или *Euschistus* с фотопериодически регулируемым цветным полиморфизмом) и небольших триб (как Aeliini) или даже подсемейств (Podopinae) появляются однотипные комплексы сезонных адаптаций». Выводы к диссертации (количеством 10) и выносимые на защиту 5 положений четкие, конкретные и полностью вытекают из представленного и проанализированного в диссертации материала, не вызывая каких-либо возражений.

Если оценивать работу в целом, то прежде всего стоит отметить, что диссертация Д.Л.Мусолина представляет собой первую сводку, посвященную анализу и систематизации сезонных адаптаций, механизмов контроля сезонного развития и реакций на изменение климата у щитников надсемейства Pentatomoidea. Далее, рассматриваемая диссертация является одной из немногих попыток комплексно охарактеризовать влияние изменений климата на сезонные ритмы и сезонные адаптации насекомых, включая непосредственно не связанные с диапаузой (сезонные миграции, агрегации, полифенизм и полиморфизм, распределение репродуктивных ресурсов, и т.п.) и, тут, соответственно, следует подчеркнуть несомненное методологическое значение работы Д.Л.Мусолина.

Впечатляющее число публикаций диссертанта, опубликованных в высокорейтинговых журналах (*Entomologia Experimentalis et Applicata*, *Entomological Science*, *Physiological Entomology*, *Ecological Entomology*, *Biological Control*, *Journal of Applied Entomology*, *mBio*, не говоря, естественно, об *Энтомологическом Обзоре*), и активнейшее участие его в престижных международных энтомологических кворумах в качестве докладчика безусловно являются вескими доводами в пользу того, что диссертант состоялся как квалифицированный и опытный исследователь. Отдельные замечания, а точнее советы (помимо уже ранее высказанных) в основном относятся к оформлению, например, пожелание поменьше употреблять жаргонизмы. Так, на стр.44 читаем: «чтобы выжить, потребители должны адаптироваться к фенологическому сдвигу предыдущего трофического уровня (своего пищевого ресурса). При этом более низкий трофический уровень может использовать эту появившуюся асинхронность для ухода от прессы со стороны более высокого трофического уровня.» И еще чтение диссертации значительно облегчили бы коротенькие выводы, помещенные в конце каждой из глав.

Резюмируя, можно с уверенностью констатировать, что диссертационная работа Дмитрия Леонидовича Мусолина является самостоятельным и оригинальным исследованием, проведенным на достаточно высоком научном и методическом уровне. Основные положения и выводы диссертации вполне обоснованы и интересны в научном и прикладном отношении, базируются как на значительном личном материале, так и на анализе обширных литературных данных. Важно подчеркнуть, что результаты работ Дмитрия Леонидовича представляют не только научно-практический интерес, но и используются им при чтении курсов лекций. Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации. Таким образом, рассматривая диссертацию «Щитники (Heteroptera: Pentatomoidea): разнообразие сезонных адаптаций, механизмов контроля сезонного развития и реакций на изменение климата» в целом и по существу, считаю, что ее автор Дмитрий Леонидович Мусолин заслуживает присуждения искомой степени доктора биологических наук по специальности 03.02.05 — энтомология, поскольку его работа полностью соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемых к докторским диссертациям.

Зав. лабораторией
сельскохозяйственной энтомологии
ФГБНУ ВИЗР, доктор биологических наук,
профессор

А.Н.Фролов

Фролов Андрей Николаевич,
Федеральное Государственное Бюджетное Научное Учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений»,
196608, Санкт-Петербург, Пушкин, шоссе Подбельского, 3, тел.: (812) 470-51-10, E-mail:
vizrspb@email.ru

Подпись руки

Фролова А.Н.

Удостоверяю

**Секретарь
директора**

Кешиалева М.В.

