

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию **Новицкой Анны Сергеевны** на тему «Фенотипическая изменчивость билатеральных счетных признаков в популяциях членистоногих» на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 – экология

**Актуальность проблемы.** С каждым годом явление асимметрии билатеральных признаков у живых объектов привлекает все большее внимание специалистов всего мира. Наибольший интерес вызывает флуктуирующая асимметрия, показатели которой все чаще применяются для характеристики «стабильности развития» и «онтогенетического шума» отдельных особей, а также их групп. Многообразие методов расчета величины асимметрии, использование разных показателей и индексов при ее изучении, создают некоторую неоднозначность в интерпретации результатов и их сопоставлении. Это свидетельствует о необходимости аналитического переосмысления опыта применения наиболее распространенных показателей и индексов асимметрии для характеристики стабильности онтогенеза живых объектов с учетом возможностей современных статистических и компьютерных методов.

Интерес к феномену флуктуирующей асимметрии проявляется не только как к общебиологическому явлению, но и как к мощному аппарату, имеющему широкое применение в прикладной экологии. Показатели уровня флуктуирующей асимметрии используются для выявления влияния экологических и антропогенных факторов, определения качества окружающей среды в целях биомониторинга. В качестве индикаторов степени антропогенного воздействия и других трансформирующих факторов на наземные экосистемы могут выступать различные виды членистоногих. Традиционно показателем неблагоприятной экологической обстановки анализируемых исследователями сообществ служит расширение фенетической изменчивости признаков насекомых различных биот, появление специфичных фенотипов. Однако исследование частот встречаемости асимметричного проявления билатеральных признаков, как экологическая характеристика учитывается достаточно редко, а *Drosophila melanogaster* и *Ixodes persulcatus* в качестве объектов биоиндикации используются редко.

Все выше изложенное определяет актуальность осуществленного А.С. Новицкой исследования, целью которого является выявление экологических факторов, изменяющих структуру популяций членистоногих (насекомых и иксодовых клещей) по встречаемости билатерально симметричных форм и влияющих на стабильность онтогенеза.

## Общая характеристика диссертационной работы

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа имеет традиционную структуру и состоит из введения, обзора литературы, пяти глав собственных исследований, заключения, выводов, списка литературы (143 источника, в том числе 35 работ зарубежных авторов), двух приложений. Работа изложена на 145 страницах машинописного текста, иллюстрирована 16 рисунками и 28 таблицами.

В разделе «**Введение**» соискателем обосновывается актуальность выбранной темы, степень разработанности исследований, формулируются цель и задачи, необходимые для ее решения.

**Глава 1 (Обзор литературы)** состоит из четырех подразделов, в которых А.С. Новицкая с привлечением данных зарубежных и отечественных авторов дает характеристику различным видам билатеральной асимметрии и их распространенности у разных живых объектов, описывает историю открытия флуктуирующей изменчивости, показывает значение правила, выдвинутого Б.Л. Астауровым, на современном этапе, приводит методы расчета индексов, используемые для оценки стабильности онтогенеза, указывает на существующие проблемы в информативности применяемых показателей.

В заключении к главе диссертант приходит к выводу, что, несмотря на значительное количество работ, посвященных изучению асимметрии организмов в популяциях, практически отсутствуют данные, опирающиеся на сравнение теоретически ожидаемых и фактически наблюдаемых долей симметричных и асимметричных форм и обосновывает необходимость восполнения данного пробела исследований.

В **главе 2** соискатель дает краткую характеристику изучаемым объектам. В качестве счетных билатеральных признаков у плодовой мухи ею выбрано число веточек аристы и стерноплевральных щетинок. У таежного клеща исследовано четыре счетных билатеральных признака на коксе первой и четвертой пары лапок. Совокупная выборка взятых в исследование членистоногих составляет более 2300 экз. Таким образом, объем исследованного в работе материала может быть оценен как достаточный и объективный для кандидатской диссертации.

Для изучения возможного диапазона изменчивости признаков, вариантов их ответа на различные влияния внешней и внутренней среды, в работе использован новый подход к оценке данных - компьютерная симуляция. Диссертантом сформировано два типа моделей - математические (статистические) и «карточные», описаны подходы к формированию моделей разного типа и их свойства.

Весь исследованный в работе материал подвергнут тщательному статистическому анализу с помощью стандартных параметрических и непараметрических критериев статистики.

Собственные результаты исследований систематизированы в трех главах.

В **главе 3** соискателем исследован диапазон фенотипической изменчивости в популяциях членистоногих и проведен поиск подходов к дифференциации разных типов проявлений асимметрии по билатеральным счетным признакам с помощью компьютерной симуляции. Рассмотрены варианты с разным числом морф, «идеальными» и «неидеальными» моделями, проведено компьютерное моделирование на «карточной» выборке, при которой левая сторона тела особей основана на реальных данных, а правая построена путем выбора случайных значений исследуемого признака в диапазоне его естественной вариации в популяции. Показано, что в искусственно созданных выборках правило Б.Л. Астаурова реализуется достаточно надежно. Проанализирована реализация флуктуирующей асимметрии билатерального счетного признака в зависимости от гетерогенности выборки. Предложен новый индекс, описывающий соотношение фактически наблюдаемой доли симметричных форм и теоретически ожидаемой, который характеризует неоднородность выборок. Определены пороговые значения проявления индексов оценки флуктуирующей асимметрии, нарушение которых с большой долей вероятности указывает на действие в популяциях естественного отбора по изучаемым признакам.

Основываясь на данных, полученных с помощью компьютерного моделирования, соискателем рассмотрены возможные пути их применения в рамках экологического мониторинга.

**Глава 4** посвящена описанию структуры популяции насекомых по счетным билатеральным признакам (веточка аристы и стерноплевральные щетинки), охарактеризован уровень стабильности онтогенеза у мух в зависимости от их пола, сезона, адаптивного значения признака. В ходе исследования установлено, что большая часть изученных билатеральных счетных признаков дрозофил проявляют изменчивость по типу флуктуирующей асимметрии. Показано, что в наиболее неблагоприятный для жизни дрозофилы летний период происходит уменьшение неоднородности популяции, и встречаемости симметричных по билатеральным признакам форм, а также рост нестабильности развития особей. Причем эти изменения более выражены в отношении признака с большей адаптивной ценностью.

**Глава 5** посвящена характеристике проявлений симметрии по билатеральным счетным признакам у таежного клеща в зависимости от климатических условий и

различий в строении экзоскелета. Диссертантом установлено, что большинство исследованных билатеральных счетных признаков таежного клеща также проявляют изменчивость по типу флуктуирующей асимметрии. На основании поведенного анализа А.С. Новицкая делает вывод о том, что неоднородность выборок и стабильность развития особей снижаются при их обитании в более суровых климатических условиях. Различий в уровне стабильности онтогенеза по признакам, учитываемым на I и IV коксах, а также в зависимости от наличия нарушений в строении экзоскелета не выявлено.

В разделе «**Заключение**» автор в сжатой форме подводит итоги проделанной работе и формулирует выводы.

#### **Значимость для науки и практики, полученных авторами результатов**

**Научная новизна** исследования не вызывает сомнения. На основе анализа данных, полученных с помощью компьютерной симуляции, диссертантом разработаны новые способы дифференциации направленной, ненаправленной и флуктуирующей симметрии и антисимметрии. Предложены новые показатели оценки стабильности онтогенеза, установлены пороговые значения индексов, выход за границы которых может свидетельствовать либо об изменении типа билатеральной симметрии, либо о действии в популяциях естественного отбора по изучаемым признакам. А.С. Новицкой доказано, что большинство изученных ею билатеральных счетных признаков, как у дрозофилы, так и у таежного клеща проявляют изменчивость по типу флуктуирующей асимметрии. Показано, что в неблагоприятных условиях, неоднородность популяций членистоногих и стабильность их развития по адаптивно важному признаку снижаются, а по признаку с меньшей селективной ценностью сохраняется.

Фундаментальное значение диссертационной работы заключается в том, что результаты исследований расширяют имеющиеся на сегодняшний момент знания о феномене асимметрии у живых объектов и позволяют подтвердить гипотезы, выдвинутые ранее, с использованием современных компьютерных технологий.

Полученные в ходе исследования результаты работы, имеют не только теоретическое, но и практическое значение. Они могут служить основой для совершенствования подходов к мониторингу влияния на популяции членистоногих экологических стресс факторов различной природы. Совместное применение двух, предложенных диссертантом индексов, позволит повысить надежность оценки стабильности онтогенеза членистоногих при изучении влияния экологических факторов.

#### **Степень обоснованности и достоверность полученных данных**

Положения, выносимые на защиту, выдвинутые автором, обоснованы, подтверждены экспериментальными данными и квалифицированно выполненным

статистическим анализом. Также важно отметить, что полученные А.С. Новицкой результаты хорошо согласуются с данными научной литературы по обсуждаемой теме.

Тема диссертации полностью соответствует паспорту специальности 03.02.08 «Экология».

Материалы работы прошли достаточную апробацию, они представлены в восьми работах, три из которых опубликованы в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК. Результаты исследования доложены и обсуждены на четырех международных конференциях.

Предложенные автором индексы и критерии носят универсальный характер и могут быть применимы для анализа влияния экологических факторов на встречаемость билатерально симметричных особей и у других живых объектов. Материалы исследования могут быть использованы при чтении курсов лекций по экологии. Что уже реализовано диссертантом на практике, результаты ее работы уже внедрены в учебный процесс двух университетов.

Текст автореферата полностью соответствует содержанию диссертации.

В процессе рецензирования работы возникли следующие замечания и вопросы:

1. Несмотря на то, что в целом диссертация написана неплохим языком, однако, соискателю не удалось избежать в тексте работы ошибок и опечаток.
2. Почему при исследовании выборки дрозофилы в разные сезоны года и таежного клеща в разные годы исследовано неодинаковое число морф?
3. На чем основано утверждение, что клещи с нормальным и аномальным строением экзоскелета различаются по эпидемиологической значимости?
4. Как Вы предполагаете использовать полученные данные для мониторинга состояния естественных популяций?

### **Заключение**

Диссертация посвящена актуальному направлению исследования. Основные задачи, поставленные автором, выполнены. Работа проведена с использованием адекватных цели методов, в ней присутствует научная новизна, просматривается практическая значимость, выводы соответствуют задачам и подтверждены фактическим материалом, основные результаты работы опубликованы и прошли достаточную апробацию на конференциях.

Таким образом, диссертационная работа является законченной, самостоятельно выполненной, научно-квалификационной работой, содержащей новое решение актуальной научной проблемы по изучению фенотипической изменчивости на примере исследования билатеральных счетных признаков у членистоногих, которая имеет

значение для развития, как общей биологии, так и прикладной экологии. Диссертация соответствует всем требованиям, предъявляемым Положением о порядке присуждения ученых степеней Постановления Правительства РФ №842 от 24.09.2013 г., а ее автор, Новицкая Анна Сергеевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08- экология (биологические науки).

Официальный оппонент,  
руководитель лаборатории молекулярной эпидемиологии  
и генетической диагностики  
Федерального государственного  
бюджетного научного учреждения  
«Научный центр проблем здоровья семьи  
и репродукции человека»,  
доктор медицинских наук,  
Козлова Ирина Валерьевна

Козлова Ирина Валерьевна

664003, Иркутск, ул. Тимирязева – 16,  
ФГБНУ НЦ ПЗСРЧ,  
(3952) 33-39-51, e-mail: [diwerhoz@rambler.ru](mailto:diwerhoz@rambler.ru)

Подпись Козловой И.В. заверяю,  
ученый секретарь ФГБНУ НЦ ПЗСРЧ,  
к.б.н.



Семенова Наталья Викторовна

20.05.2016