

На правах рукописи

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping diagonal strokes.

Кузьмин Александр Александрович

**ФАУНА ПЯДЕНИЦ
(LEPIDOPTERA, GEOMETRIDAE)
АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ**

1.5.14. – Энтомология

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание учёной степени
кандидата биологических наук

Владивосток – 2025

Работа выполнена в лаборатории энтомологии ФГБУН "Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии" ДВО РАН.

Научный руководитель:

доктор биологических наук
Беляев Евгений Анатольевич

Официальные оппоненты:

Дубатолов Владимир Викторович
доктор биологических наук, ФГБУН «Институт систематики и экологии животных» Сибирского отделения Российской академии наук, ведущий научный сотрудник лаборатории филогении и фауногенеза

Стрельцов Александр Николаевич
кандидат биологических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена», декан факультета биологии

Ведущая организация:

ФГБУН «Зоологический институт Российской академии наук», г. Санкт-Петербург

Защита состоится «14» октября 2025 года в 13-00 часов на заседании диссертационного совета 24.1.253.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии» ДВО РАН по адресу: 690022 г. Владивосток, пр. 100-летия Владивостока, 159. Факс: (423)2310-193. E-mail: info@biosoil.ru.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах с заверенными подписями просим направлять по адресу: 690022 г. Владивосток, пр. 100-летия Владивостока, 159, учёному секретарю диссертационного совета.

С диссертацией можно ознакомиться в Центральной научной библиотеке ДВО РАН и на сайте «Федерального научного центра биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии» ДВО РАН: <http://www.biosoil.ru>.

Автореферат разослан « » _____ 2025 г.

Учёный секретарь
диссертационного совета,
кандидат биологических наук

 Елена Михайловна Саенко

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Данная работа посвящена изучению биоразнообразия чешуекрылых насекомых семейства Пядениц (Insecta: Lepidoptera: Geometridae) на территории Амурской области. На территории области и в её ближайших окрестностях взаимодействуют крупнейшие биомы умеренного пояса Евразии – евро-сибирской тайги, центрально-евроазиатских степей и лесостепей, и восточноазиатских смешанных и лиственных лесов. Эти биомы принадлежат к трём крупнейшим зоогеографическим подразделениям Палеарктики, положение границ между которыми остаётся дискуссионным. Положение этого фаунистического рубежа на территории Амурской области различается у разных авторов, а собственного наименования ему предложено не было. Эту границу предлагается назвать сибиро-восточноазиатским фаунистическим рубежом.

Несмотря на уникальное положение, биоразнообразие Амурской области изучено далеко не полно, в том числе в аспекте фауны семейства пядениц. Пяденицы – одно из крупнейших семейств чешуекрылых в мировой фауне. Семейство, в зависимости от автора ревизии, насчитывает от 7 до 9 подсемейств, более 2000 родов и более 23000 видов (Беляев, 2016; Rajaei et al., 2022), однако ежегодно продолжает описываться много новых видов пядениц. В России в настоящее время известно 1133 вида пядениц, из них на Российском Дальнем Востоке – 746 видов (Беляев, 2019; Beljaev, 2021; Belyaev, Knyazev, 2021; Beljaev, 2022; Beljaev, et al., 2023; Beljaev, Titova, 2023; Rybalkin, Beljaev, 2024).

Пяденицы обитают практически во всех биоценозах, проявляют высокую консервативность в стациальной приуроченности и не склонны к миграциям. При этом они хорошо выявляются в природе, что делает их одним из удобных объектов для зоогеографических и эколого-ландшафтных исследований (Holloway, 1986). Виды этого семейства широко использовались в качестве индикаторов «типов фаун» в работах А. И. Куренцова (1929, 1936, 1963, 1965 и др.). В связи с фрагментарным исследованием территории России, исследования как локальных, так и региональных фаун пядениц являются актуальными для большинства регионов.

Степень научной разработанности проблемы. Сборы пяденицы в Амурской области велись с 1876 года по настоящее время с большими перерывами и крайне неравномерно в географическом плане. Наиболее старые исследования принадлежат датским и немецким исследователям (Hedemann, 1879, 1881a, 1881b; Christoph, 1881;

Graeser, 1888, 1889, 1890a, 1890b, 1892; Staudinger, 1897). Исследования возобновились в конце XX века (Вийдалепп, 1987; Васильева, Эпова, 1985; Беляев, 1992) и продолжают до настоящего времени (Беляев, 2005а, 2005б, 2016; Вийдалепп, 2005; Миронов, 2005, 2008; Дубатолов и др., 2014; Беляев и др., 2010; Василенко и др., 2013; Беляев, Кузьмин, 2015; Kuzmin, Beljaev, 2017; 2021; 2022; Беляев, Миронов, 2019; Кузьмин, 2023; Кузьмин, Беляев, 2024). Со времени опубликования первого Каталога чешуекрылых России (2008) количество видов пядениц, известных с территории Амурской области, выросло более чем в полтора раза – с 267 до 425 видов.

До настоящего времени публикации, посвящённые пяденицам Амурской области, были либо списками видов, найденных в тех или иных локальностях, либо каталогизациями общего видового состава этой территории. Работы по истории изучения, фенологии и зоогеографии пядениц Амурской области были подготовлены по результатам данных исследований.

Цель и задачи исследования. Цель данного исследования – выявление фауны пядениц Амурской области, анализ её таксономических, зоогеографических и экологических особенностей. Для достижения цели поставлены следующие задачи:

1. Провести исторический обзор изучения пядениц на территории Амурской области.
2. Ревизовать и уточнить видовой состав пядениц Амурской области.
3. Уточнить региональные зоогеографические связи фауны пядениц Амурской области с территориями Дальневосточного федерального округа (ДФО).
4. Выявить связи локальных фаун Амурской области с основными типами ландшафтов этой территории и положением сибиро-восточноазиатского фаунистического рубежа.
5. Выявить особенности сезонной динамики лёта имаго.
6. Определить трофические связи гусениц и их широту.
7. Выявить закономерности биотопического распределения имаго.
8. Определить хозяйственное значение пядениц в Амурской области.

Научная новизна. Уточнена фауна пядениц Амурской области, которая к настоящему времени насчитывает 425 видов из 187 родов, относящихся к 6 подсемействам. Их них 98 видов (23%) впервые достоверно обнаружены в регионе в ходе работы автора. Существенно уточнено распространение большинства видов в пределах исследуемой территории. Впервые дана зоогеографическая характеристика

фауны пядениц Амурской области в сравнении с другими территориями ДВФО и впервые проанализированы связи локальных фаун пядениц с основными типами ландшафтов внутри области. Впервые предложена общая схема зонально-секторного деления Евразии (Беляев, Кузьмин 2024), учитывающая задачи типизации ареалов насекомых. На основании структуры локальных фаун пядениц уточнены положение и характер сибиро-восточноазиатского фаунистического рубежа. Впервые выявлены особенности сезонной динамики лёта имаго в Амурской области в сравнении с соседними регионами, проанализированы трофические связи гусениц и биотопическое распределение пядениц. Сделан обзор хозяйственного значения пядениц в Амурской области.

Теоретическая и практическая значимость работы. Уточнение видового состава пядениц, их распространения и местных особенностей экологии создаёт теоретическую и практическую основу для разработки и реализации мониторинга состояния природной среды Амурской области, а также для выявления чужеродных видов пядениц, проникающих на территорию Амурской области вследствие текущего тренда изменения климата и случайных заносов. Результаты фаунистических исследований использовались при внесении правок в Каталог чешуекрылых России. Уточнение положения сибиро-восточноазиатского фаунистического рубежа служит вкладом в разработку биогеографического районирования Дальнего Востока. Полученная фаунистическая информация может быть использована при составлении Государственных кадастров животного мира Амурской области и Дальнего Востока, а также при разработке мероприятий по охране природы Дальнего Востока. Вкладом в выполнение задачи по составлению кадастров животного мира природоохранных территорий Амурской области служит уточнение фаун пядениц Зейского и Хинганского заповедников и получение первых сведений по фауне пядениц Норского заповедника. Обзор хозяйственного значения пядениц в Амурской области является основой для выявления потенциально опасных вредителей в Амурской области.

Методология и методы диссертационного исследования. Исследование базируется на концептуальных положениях биологической систематики, фауистики, зоогеографии и экологии, и на системе методических подходов к исследовательской деятельности в данной области знания: наблюдении организмов, их описании, сравнении, классификации, и на анализе полученных данных. Конкретные методы исследования описаны в главе «Материалы и методы».

Положения, выносимые на защиту.

1. Фауна пядениц Амурской области по таксономическому составу и ареалогической структуре близка к фаунам других регионов юго-восточной части ДВФО, но беднее и обладает чертами переходности к фаунам восточносибирских регионов.

2. На примере фауны пядениц сибиро-восточноазиатский фаунистический рубеж в Амурской области выглядит как переходная зона шириной около 300 км, пролегающая в субширотном направлении примерно от 53° с.ш. на севере до низовой реки Бурей на юге области.

Личный вклад автора состоит в сборе фактического материала в Амурской области и на сопредельных территориях в период с 1997 по 2024 гг., в обработке собранного материала, включая изготовление препаратов копулятивных аппаратов и их фотографирование. Автором было лично идентифицировано около 90% собранных экземпляров и около 95% видов. Приведены личные наблюдения по биотопической приуроченности видов пядениц и за сроками лета их имаго. На основании полученных данных подготовлены публикации как самостоятельно, так и в соавторстве с коллегами. В публикациях соискатель указан первым автором, если выполнял основную часть работ по сбору и обработке материала, и по подготовке рукописи. Личный вклад автора в представляемую работу составляет не менее 70%.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность определений пядениц проверялась сравнением собранного материала с типовыми экземплярами и справочными коллекциями, хранящимися в коллекции Зоологического института РАН (ЗИН РАН). Определение видов подтверждено ведущими российскими специалистами по исследуемой группе по предоставленным материалам, фотографиям собранных экземпляров и фотографиям копулятивных аппаратов. Полученные результаты опубликованы в рецензируемых изданиях, что подтверждает их достоверность.

Результаты работы доложены и представлены на следующих конференциях: XXVI, XXXI, XXXIV и XXXV Чтениях памяти Алексея Ивановича Куренцова (Владивосток, 2015, 2020, 2023 и 2024 гг.) и X Чтениях памяти Олега Александровича Катаева (Санкт-Петербург, 2018). По теме диссертации опубликовано 10 работ, из них 4 – в журналах из Перечня рецензируемых научных изданий ВАК РФ (3 – в изданиях, индексированных в базе данных SCOPUS и ядре РИНЦ, и 1 – в RSCI).

Структура и объем работы диссертации. Диссертация состоит из введения, 8 глав, выводов, списка литературы и 2 приложений. Работа изложена на 331 странице (из них 144 страницы основного текста и 187 страниц Приложения) и проиллюстрирована 42 рисунками и 5 таблицами. Список литературы включает 148 наименований, из них 33 на иностранных языках.

Благодарности. Автор выражает искреннюю благодарность научному руководителю д.б.н. Евгению Анатольевичу Беляеву за неоценимую и всестороннюю помощь при подготовке настоящей работы; сотрудникам ФНЦ Биоразнообразия и наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН (г. Владивосток) д.б.н. Аркадию Степановичу Лелею, д.б.н. Сергею Юрьевичу Стороженко и д.б.н. Маргарите Геннадьевне Пономаренко за ценные рекомендации по проведению исследований и подготовке публикаций сотрудникам Зоологического института РАН (г. Санкт-Петербург) к.б.н. Владимиру Георгиевичу Миронову за помощь в определении пядениц, д.б.н. Сергею Юрьевичу Синеву за содействие в работе с коллекцией ЗИН РАН и к.б.н. Илье Андреевичу Махову за помощь с поиском литературы; сотрудникам Всероссийского НИИ сои (г. Благовещенск) д.с/х.н. Валентине Тимофеевне Синеговской за ценные советы и Николаю Станиславовичу Анисимову за помощь в сборе материала. Сотруднику Амурского филиала БСИ ДВО РАН (г. Благовещенск) к.б.н. Виталию Геннадьевичу Безбородову за поддержку и советы. Сотруднику Института водных и экологических проблем ДВО РАН (г. Хабаровск) к.б.н. Евгению Сергеевичу Кошкину за помощь с поиском литературы. Сотруднику научно-исследовательского отдела природы Гродековского музея (г. Хабаровск) Евгению Владимировичу Новомодному за доступ к коллекции музея и сведения по истории.

Содержание работы

ГЛАВА 1. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

1.1 Анализируемые выборки

Собственные исследования пядениц в Амурской области были начаты в 1997 году и к настоящему времени охватили 38 пунктов этой территории. Кроме того, обработаны материалы, хранящиеся в коллекциях ФГБУ Зоологический институт РАН (Санкт-Петербург) и ФНЦ биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН (Владивосток). Общее количество учтённых пунктов сборов пядениц в Амурской области составило 53. В процессе подготовки работы было учтено более

5000 собранных и коллекционных экземпляров, для 1300 из них были изготовлены препараты копулятивного аппарата.

1.2 Методика сбора материала и обработки статистических данных

Отлов бабочек осуществлялся как в дневное время при помощи энтомологического сачка, так и ночью с привлечением на свет ламп, запитанных от переносного или стационарного источника электричества.

При статистической обработке были использованы коэффициент Кульчинского, Евклидова метрика, и анализ соответствий. Расчёты проводились в пакете программ PAST (v 4.03.) (Hammer et al., 2001). Оценка рубежей смены фауны пядениц в Амурской области проведена с использованием метода, разработанного И.В. Стебаевым и М.Г. Сергеевым (Стебаев, Сергеев, 1982, 1983; Сергеев, 1986).

1.3 Уточнение географических понятий

Амурская область и регионы ДВФО рассматриваются в современных административных границах. С целью типизации ареалов пядениц Амурской области было принято крупноблоковое поясно-секторное деление Евразии, включающее три сектора (Европа, Срединная Евразия и Дальний Восток) и пять поясов (арктический, бореальный, суббореальный, субтропический и тропический). Физико-географический Дальний Восток понимается как территория климатического влияния Тихого океана от Чукотки до Зондских островов.

1.4 Классификация ареалов

Ареалы и их границы принимаются по К. Б. Городкову (1985), как часть климатического потенциального ареала. На основании принятого поясно-секторного деления Евразии для пядениц ДВФО выделено 18 долготных групп ареалов, входящих в 7 надгрупп, и 14 высотно-широтных групп, входящих в 4 надгруппы. Из них для Амурской области отмечено 13 долготных и 11 высотно-широтных групп ареалов. Группы и названия ареалов в основном приводятся по К. Б. Городкову (1984) и Е. А. Беляеву (2011) с изменениями.

ГЛАВА 2. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

2.1 Рельеф и водные ресурсы

На основании литературных источников (Шульман и др., 1974; Шульман, 1989, 1991; Сорокин и др., 2010; Ямковой, 2020, 2021) даётся геоморфологическая характеристика Амурской области. Указаны такие объекты, как горные хребты, равнины, реки, озёра и т. п.

2.2 Климат

Приводятся данные по особенностям климата Амурской области, сезонным явлениям, осадкам, а также по движениям воздушных масс и господствующим ветрам (Никольская, 1977; Шульман и др., 1974; Напрасников и др., 1983; Шульман, 1991; Коротаев, 1994).

2.3 Растительность

Кратко изложены данные по формированию растительного покрова Амурской области (Грибова и др., 1964; Старченко, 2009) и взгляды на его современную структуру (Комаров, 1897; Шульман и др., 1974; Шульман, 1991). Перечислены флористические комплексы в их современном понимании (Терлецкая, 2013).

В целом, Амурская область обладает умеренным резко континентальным климатом с чертами муссонности. Характеризуется ландшафтным разнообразием, включающим тайгу, смешанные хвойно-широколиственные леса, обширную лесолуговую зону и тундровые сообщества в высокогорьях. На территории области представлено четыре флористических комплекса: Маньчжурский, Охотско-камчатский, Монголо-даурский и Восточно-сибирский. Фаунистическое богатство семейства пядениц тесно связано с представленным на территории Амурской области ландшафтным и флористическим разнообразием.

ГЛАВА 3. ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ ПЯДЕНИЦ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Представлен обзор истории изучения пядениц на территории Амурской области. Обобщены сведения об энтомологах, изучавших бабочек семейства Geometridae, и коллекторах, собиравших пядениц на территории исследуемого региона. Ранний этап изучения охватывает начало XIX и конец XX веков и связан в основном с немецкими и датскими исследователями (В. Гедеманн, Л. Грейзер, О. Штаудингер). После значительного перерыва исследования возобновились учёными из Эстонии (Я. Вийдалепп) и Забайкалья (Т. Васильева, В. Эпова) в 60-80-х годах XX века. Современный этап изучения начат в 90-х годах XX века дальневосточным энтомологом Е. Беляевым.

Обзор истории исследования пядениц Амурской области показывает неравномерность их изучения, как в исторической ретроспективе, так и в географическом пространстве. В начале 21-го века эти исследования были интенсифицированы вследствие появления на Дальнем Востоке местных специалистов. Однако до сих пор инвентаризацию фауны пядениц Амурской

области нельзя считать завершённой, а работы по экологии этих бабочек находятся только на начальном этапе исследований.

ГЛАВА 4. ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА И ВИДОВОЙ СОСТАВ

Для территории Амурской области достоверно установлено обитание 425 видов пядениц из 187 родов. Наиболее богатые подсемейства: Larentiinae – 188 видов, Ennominae – 150 видов и Sterrhinae – 50 видов. Слабо представлены подсемейства Geometrinae – 29 видов, Desmobaethrinae – 6 видов и Archiearinae – 3 вида. По видовому богатству пядениц Амурская область занимает промежуточное положение между юго-восточными регионами ДВФО и территориями, расположенными западнее и севернее области. В фаунах пядениц регионов ДВФО при движении с юго-востока на северо-запад исчезают виды, относящиеся к подсемейству Desmobaethrinae, уменьшается доля видов из подсемейств Ennominae и Geometrinae, и увеличивается доля видов из Larentiinae.

По таксономическому составу фауна пядениц Амурской области близка к фаунам Приморского и Хабаровского краёв, но беднее их; в фауне области уменьшена доля видов из подсемейств Ennominae и Geometrinae, и увеличена доля видов из подсемейства Larentiinae. Поскольку высокая доля видов из подсемейства Larentiinae характерна для temperatных регионов Евро-сибирский области (Беляев, 2011), то увеличенное участия этого подсемейства в фауне пядениц Амурской области указывает на её переходный характер от регионов юго-восточной части Дальнего Востока к восточносибирским регионам.

ГЛАВА 5. ЗООГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПЯДЕНИЦ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

5.1. Зоогеографические связи фауны пядениц Амурской области с регионами Дальневосточного федерального округа

При статистическом анализе сходства видовых списков пядениц регионов ДВФО, выполненном по формуле Кульчинского, региональные списки формируют два макрокластера (рисунок 1). В макрокластер I входят аркто-бореальные регионы Дальнего Востока с очень бедной фауной. Остальные образуют макрокластер II, который, в свою очередь, делится на два кластера: 1 – восточносибирский (Бурятия, Якутия, Забайкальский край) и 2 – дальневосточный южный. В дальневосточном южном кластере отчётливо обособляются два подкластера: 2а – дальневосточный

океанический (о. Сахалин и Курильские о-ва) и 2б – дальневосточный (Приморский край, Хабаровский край и Амурская область).

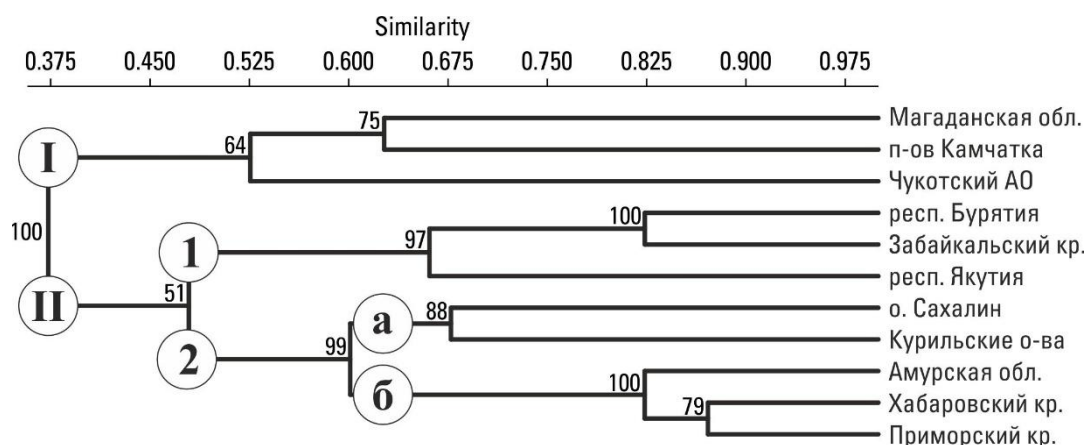


Рисунок 1. Дендрограмма сходства региональных фаун пядениц ДВФО (коэффициент Кульчинского, метод кластеризации UPGMA, бутстрап значения при 1000 повторностях).

Выявлено высокое сходство Амурской области с Хабаровским краем по количеству видов пядениц в долготных группах ареалов, с поправкой на более западное расположение первого региона. В Амурской области на ~40% снижается видовое разнообразие дальневосточных пядениц, но количество видов в остальных группах остаётся близким. Количество видов с ареалами, входящими в суббореально-субтропическую группу, в Амурской области более чем в три раза превышает таковое в регионах Забайкалья. По доли высотно-широтных надгрупп Амурская область имеет сходство с Хабаровским краем и с о. Сахалин – доля видов, не пересекающих северную границу зоны неморальных лесов, выше в первом случае и ниже во втором.

5.2. Связь пространственной структуры фауны пядениц Амурской области с основными типами ландшафтов

По территории Амурской области проходит один из важнейших фаунистических рубежей Палеарктики между крупнейшими зоогеографическими выделениями Евразии, именуемыми по-разному: Евро-сибирской и Палеархеоарктической подобластями Палеарктической области (Семенов-Тянь-Шанский, 1935); Евросибирской таёжной и Стенопейской неморальной областями Палеарктического царства (Емельянов, 1974); Ангарской и

Восточноазиатской областями Палеарктического царства (Второв, Дроздов, 1978); Евразийской бореальной и Палеархеоарктической подобластями Палеарктической области (Сергеев, 1986); Евросибирско-Канадской и Восточноазиатской реликтовой инфраобластями Циркумбореальной подобласти Голарктического царства (Мекаев, 1987); Евросибирской и Восточноазиатской подобластями Голарктической области (Воронов и др., 1999); Бореальной и Восточноазиатской областями Голарктического царства (Крыжановский, 2002). По сути, во всех работах речь идёт об одной и той же границе, которую на картах-схемах проводят поперёк Амурской области в более или менее долготном направлении на незначительно отличающихся широтных уровнях. В связи с разнообразием наименований соседних зоогеографических регионов, предлагается назвать эту границу как сибиро-восточноазиатский фаунистический рубеж. Уточнение положения этого рубежа в Амурской области осуществлено на основании количественного анализа локальных фаун пядениц.

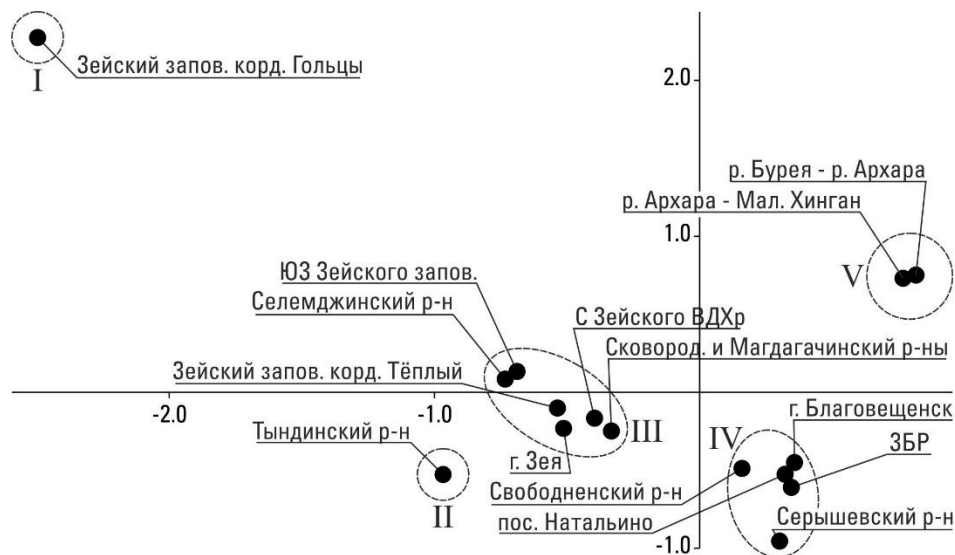


Рисунок 2. Точечная диаграмма локальных фаун пядениц по пунктам сбора в Амурской области (метод анализа соответствий (correspondence analysis), ординация по первым двум осям).

При сравнении локальных фаун пядениц Амурской области, списки видов сгруппировались в 5 кластеров (рисунок 2). Кластеры, включающие по несколько выборок, объединяют видовые списки сборов в сообществах бореальной зоны Амурской области (кластер III), в зоне преобладания лугово-лесных и луговых биотопов (кластер IV) и неморальных хвойно-широколиственных лесов

юго-восточной части области (кластер V). Эти кластеры примерно равноудалены друг от друга, образуя треугольник, указывающий на наличие фаунистического своеобразия лугово-лесного кластера IV относительно преимущественно лесных кластеров III и V, несмотря на его географически промежуточное положение между ними.

Кластеры с одиночными выборками представляют сборы на кордоне Гольцы в Зейском заповеднике (кластер I) – единственный пункт в поясе горных хвойных лесов, и малочисленные сборы в Тындинском районе (кластер II) – на марях в зоне светлехвойной тайги. Исходя из биоценотического и фаунистического сходства, кластеры II и III следует объединить в единый бореальный кластер. На основании результатов кластеризации локальных выборок предложена карта распространения фаунистических комплексов пядениц в Амурской области (рисунок 3). Выделенные области переходных сообществ пядениц примерно совпадают с зоной «затухания маньчжурских элементов фауны» (по Куренцову, 1965), но находятся южнее переходной зоны между Евросибирской таёжной и Стенопейской неморальной областями Палеарктики (по Емельянову, 1974).

Выраженным зоогеографическим барьером на территории Амурской области может считаться только барьер, проходящий по реке Бурея. С юго-востока на северо-запад его не пересекает 67 видов, тогда как в обратном направлении – только 17 видов, известных из переходной зоны и севернее последней, а 74 вида пересекает Буреинский рубеж, но не покидает переходную зону и не встречается на территории бореального комплекса. Суммарная мощность Буреинского рубежа составляет 84 вида. С обеих сторон Буреинского рубежа в общей сложности обитает 412 видов, таким образом его эффективность сравнительно высока – 20,4%, но при этом он имеет выраженный односторонний характер (16,3% с юго-востока на северо-запад и 4,1% в обратном направлении) (рисунок 3).

В целом, фауна пядениц Амурской области проявляет сходство с фаунами юго-восточной части ДВФО по видовому составу и по доли видов с долготными и высотно-широтными группами ареалов. Отличия от других регионов обусловлены её срединным положением на юге округа и непосредственным контактом с регионами Восточной Сибири. Наиболее близкой по видовому составу является фауна Хабаровского края, от которой фауна Амурской области отличается меньшей долей видов, обладающих дальневосточным типом ареалов. В Амурской области выделяется два фаунистических комплекса пядениц: таёжный, с преобладанием

широкоареальных северных среднеширотных видов, и неморальный, с преобладанием дальневосточных южных средне- и низкоширотных видов.

Фауна пядениц Амурской области южнее 52–53° с.ш. и западнее реки Бурея является переходной между таёжной и неморальной фаунами. Северная граница переходной зоны близка к западной границе распространения фауны ильмово-широколиственных лесов по Куренцову (1965). В переходной зоне выделяется лугово-лесная подзона, богатая ксерофильными местообитаниями и содержащая виды пядениц, связанные со степными и лесо-степными фаунами Монголии и Северного Китая. Это связано с климатическими и почвенными условиями: нахождением в пределах июльской изотермы +20°C и расположением местообитания на хорошо дренированных почвах.

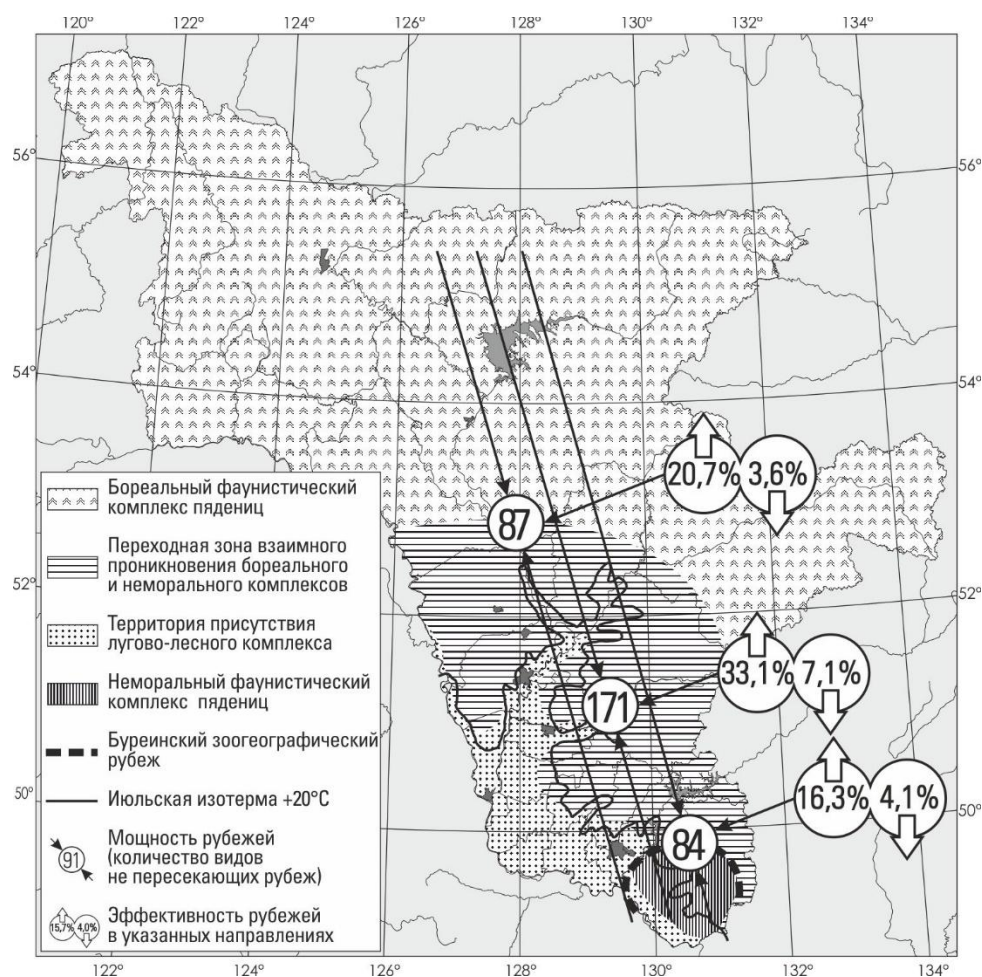


Рисунок 3. Карта распространения фаунистических комплексов пядениц в Амурской области, мощности и эффективности зоогеографических рубежей и июльская изотерма +20 °C.

Сообщества пядениц неморальных лесов занимают крайний юго-восток Амурской области. Западнее реки Бурея они резко теряют видовое разнообразие и фрагментарно встречаются вплоть до $52-53^{\circ}$ с.ш. Далее на север могут встречаться только отдельные неморальные виды пядениц, в том числе в зоне светлохвойной тайги и в горных темнохвойных лесах. Выраженным зоогеографическим барьером может считаться только барьер, проходящий по реке Бурея, который не пересекают около 20% видов. Отчётливая южная граница светлохвойной тайги отсутствует, фрагменты бореальных и горных сообществ проникают до юго-восточной оконечности Амурской области. На основании структуры локальных фаун пядениц сибиро-восточноазиатский фаунистический рубеж в Амурской области представляется в виде широкой субширотной переходной зоны, пролегающей примерно от 53° с.ш. на севере до низовий реки Бурея на юге области. Эту зону не пересекает 40% видов пядениц.

ГЛАВА 6. ОСОБЕННОСТИ ЛЁТА ИМАГО ПЯДЕНИЦ В АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

6.1. Динамика лёта имаго пядениц в Амурской области

На основании оригинальных данных были построены и проанализированы диаграммы подекадного лёта имаго пядениц южной части Амурской области для всего семейства и для каждого из подсемейств. Проведён кластерный анализ сходства подсемейств по подекадному количеству видов, находящихся в состоянии имаго.

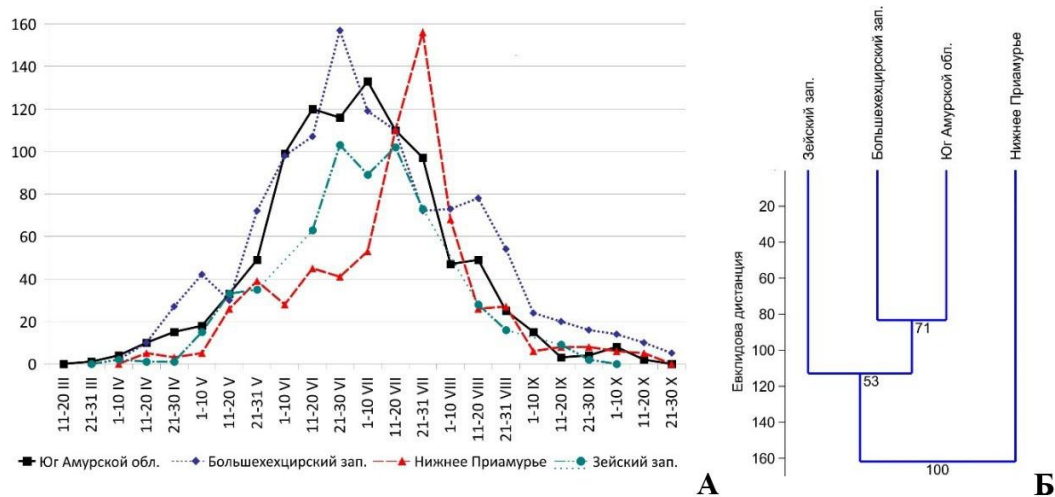


Рисунок 4. Диаграмма лёта имаго семейства Geometridae (А) и дендрограмма близости подекадных списков (Б) в сравниваемых регионах (Евклидова метрика, метод кластеризации UPGMA, бутстрап значения при 1000 повторностях).

Лёт имаго пядениц в Амурской области начинается в конце марта и продолжается до второй декады октября. График лёта всех видов семейства Geometridae имеет два пика видового разнообразия в середине июня и начале июля, а также слабое повышение в первой декаде октября (рисунок 4). В подсемействах Ennominae и Geometrinae основной пик видового разнообразия лёта имаго приходится на первую декаду июля, Larentiinae – на вторую декаду июня, Sterrhinae имеют протяжённый максимум лёта в течение июля.

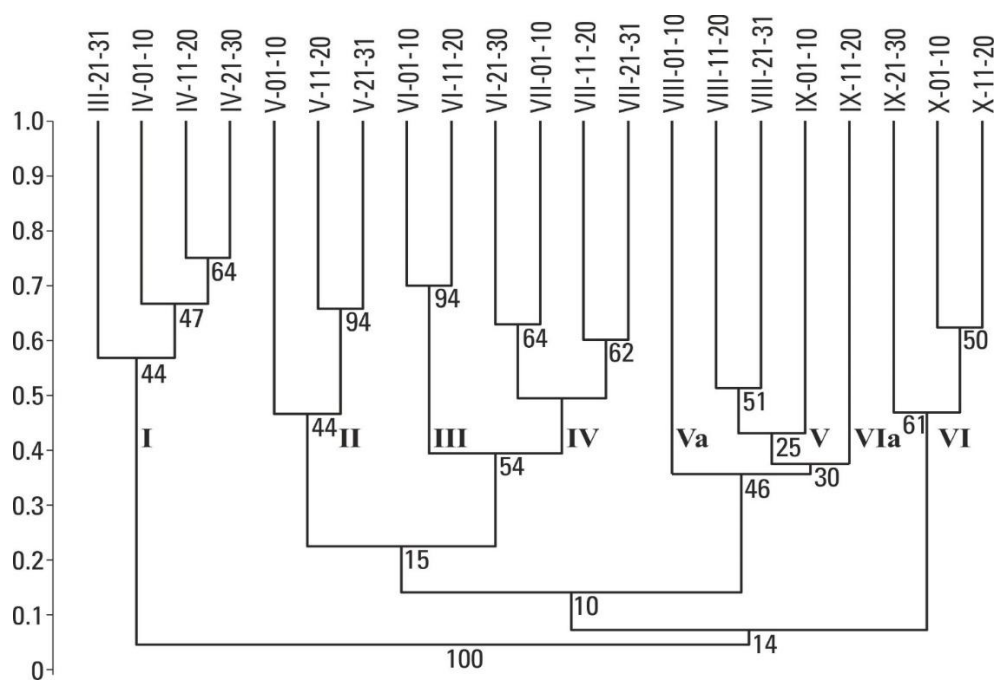


Рисунок 5. Дендрограмма подекадного сходства видового состава пядениц на стадии имаго (коэффициент Кульчинского, метод кластеризации UPGMA, бутстрап значения при 1000 повторностях).

При кластерном анализе сходства подекадных списков видов пядениц на стадии имаго выделяется 8 основных кластеров (рисунок 5):

Кластер I (3 декада марта – 3 декада апреля) – ранневесенняя группа.

Кластер II (1-3 декада мая) – весенняя группа.

Кластер III (1-2 декада июня) – раннелетняя группа.

Кластер IV (3 декада июня – 3 декада июля) – среднелетняя группа.

Кластер Va (1 декада августа) – первое падение количества видов.

Кластер V (2 декада августа – 1 дек. сентября) – позднелетне-раннеосенняя группа.

Кластер VIa (2 декада сентября) – второе падение количества видов.

Кластер VI (3 декада сентября – 2 декада октября) – позднеосенняя группа.

При анализе коллекционных материалов отчётливо выделяется группа бивольтинных видов, которая в свою очередь делится на две подгруппы: раннелетне-позднелетнюю и среднелетне-раннеосеннюю.

6.2. Сравнение подекадной динамики лёта имаго пядениц в регионах южной части Дальнего Востока

Проведено сравнение подекадных списков видов пядениц на стадии имаго юга Амурской области, Зейского и Большехехцирского заповедников, и территории нижнего Приамурья. Динамика лёта имаго пядениц на юге Амурской области показывает высокую степень сходства с их лётом в Большехехцирском и Зейском заповедниках. В нижнем Приамурье пик лёта смещён на более поздние сроки на 3 декады – на третью декаду июля.

Как при анализе общей динамики лёта имаго пядениц, так и при рассмотрении отдельных подсемейств, отмечено сходство южной части Амурской области с Зейским и Большехехцирским заповедниками и отставание пиков динамики лёта в Нижнем Приамурье. Учитывая высокую степень сходства фаун пядениц рассматриваемых территорий, различия в подекадном количестве видов пядениц в состоянии имаго могут быть обусловлены климатическими различиями сравниваемых территорий южной части Дальнего Востока. Отмечена связь динамики лёта имаго пядениц с кривыми хода средних положительных температур, максимумы которых в южной части Амурской области, Большехехцирском и Зейском заповедниках примерно совпадают, а в нижнем Приамурье смещены в сторону конца июля – начала августа. Очевидно, темп накопления эффективных температур оказывает непосредственное влияние на развитие пядениц, приводя к смещению пика лёта имаго в нижнем Приамурье относительно такового в Амурской области на более поздние сроки.

По динамике лёта имаго в Амурской области пяденицы образуют шесть групп: ранневесеннюю, весеннюю, раннелетнюю, среднелетнюю, позднелетне-раннеосеннюю и позднеосеннюю. Бивольтинные виды образуют две подгруппы: раннелетне-позднелетнюю и среднелетне-раннеосеннюю. Имеется два пика подекадного видового разнообразия имагинальной стадии, приходящихся на раннелетнюю и среднелетнюю группы. Во второй декаде сентября отмечается сильное падение видового разнообразия имаго пядениц.

В целом, динамика видового разнообразия лёта пядениц в Амурской области имеет высокое сходство с их лётом в Большехейхирском и Зейском заповедниках. На территории нижнего Приамурья пик лёта пядениц смещён на три декады в сторону конца июля. Динамика лёта имаго пядениц в различных регионах Приамурья обнаруживает связь с кривыми хода средних положительных температур.

ГЛАВА 7. ТРОФИЧЕСКИЕ СВЯЗИ ГУСЕНИЦ И БИОТОПИЧЕСКОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПЯДЕНИЦ

7.1. Трофические связи гусениц пядениц в Амурской области

Гусеницы пядениц Амурской области способны питаться растениями, относящимися к 90 ботаническим семействам, включающим двудольные и однодольные покрытосеменные, голосеменные растения, папоротники и мхи. Один вид на стадии гусеницы питается лишайниками. Наибольшее число видов (119) предпочитает растения семейства Rosaceae. Большая часть видов пядениц Амурской области (56,7%) являются полифагами, часть из которых (7,4%) способна питаться растениями из разных отделов – покрытосеменными, голосеменными, папоротниками, мхами. Прочие виды пядениц являются олигофагами с различной широтой трофической специализации.

7.2. Биотопическая приуроченность пядениц в Амурской области

В Амурской области было выделено 9 биотопов, основываясь на классификации растительных сообществ Амурской области, предложенной Ю. П. Зубовым: лиственничные леса и мари, сосновые боры, берёзовые леса и перелески, дубняки, растительность речных пойм, хвойно-широколиственные леса, суходольные луга, горные биотопы, сельхозугодья. Наиболее богато заселены пяденицами хвойно-широколиственные леса (250 видов), дубняки (218 видов) и лиственничные леса (151 вид). Наиболее бедно – горные биотопы (13 видов). Высокое сходство видового состава пядениц сельхозугодий с таковым в дубняках и хвойно-широколиственных лесах указывает на переход на посадки культурных растений видов пядениц с высокой стациальной гибкостью (дендро-тамно-хортобионтов).

В целом, пяденицы в Амурской области имеют очень широкие трофические связи. На стадии гусеницы они способны питаться сосудистыми растениями из 90 семейств, а также лишайниками. Большая часть видов (56,7%) является полифагами. Остальные виды – олигофаги с различной широтой трофической специализации. Из 9 основных типов биотопов, представленных в Амурской области, наиболее богато

заселены пяденицами хвойно-широколиственные леса (250 видов), дубняки (218) и лиственничные леса (151). Наиболее бедно – горные биотопы (13).

ГЛАВА 8. ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПЯДЕНИЦ В АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Из Амурской области известно 42 вида пядениц, способных наносить вред сельскому и лесному хозяйству в иных регионах. Из них 4 вида (*Eupithecia abietaria*, *Rheumaptera hastata*, *Cystidia couaggaria* и *Bupalus piniaria*) способны наносить локальный вред, при этом их общее хозяйственное значение крайне низкое. Пять видов трофически связаны с бобовыми и отмечены на растениях сои. Из них 1 вид (*Chiasmia clathrata*) отмечен единожды и 2 вида (*Isturgia arenacearia* и *Pelurga comitata*) предпочитают сорные бобовые. Два вида (*Ascotis selenaria*, *Biston betularia*) регулярно встречаются в посевах сои, но за период с 2017 по 2024 годы их вредоносность была ниже экономического порога.

Из 42 видов пядениц, способных наносить вред сельскому и лесному хозяйству в иных регионах, 2 вида (*Ascotis selenaria* и *Biston betularia*) могут считаться второстепенными вредителями сои в Амурской области. Виды *Erannis jacobsoni* и *Bupalus piniaria* теоретически могут наносить незначительный вред лесному хозяйству, но за период наблюдений ни разу не достигли существенной численности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные итоги выполненного исследования представлены в следующих положениях:

1. Обзор истории исследования пядениц Амурской области показывает крайнюю неравномерность их изучения как в исторической перспективе, так и в географическом пространстве, при этом имеющаяся литература посвящена находкам новых видов и ревизиям фауны.

2. Для территории Амурской области достоверно установлено обитание 425 видов из семейства пядениц. Из них по результатам данной работы впервые для области было выявлено 98 видов. Ещё 5 видов пядениц, упоминающихся в литературе, предлагается считать сомнительными вплоть до подтверждения их обитания на территории Амурской области.

3. На основании анализа локальных фаун пядениц сибиро-восточноазиатский фаунистический рубеж в Амурской области представляется в виде субширотной «переходной» зоны шириной около 300 км, пролегающей примерно от 53° с.ш. на

севере до низовой реки Бурея на юге области. В этой зоне наблюдается пресечение двух выявленных фаунистических комплексов пядениц: таёжного и неморального, связанных с соответствующими фитоценозами, мозаично распределёнными по данной территории. В южной части «переходной» зоны выделяется лугово-лесная подзона, дополнительно населённая небольшим количеством видов, связанных со степными и лесостепными ландшафтами Южной Сибири, Монголии и Северного Китая. В целом, в переходной зоне наблюдается ограничение распространения около 40% видов пядениц Амурской области. Географически отчётливо выражен только юго-восточный рубеж «переходной» зоны, проходящий по долине реки Бурея и ограничивающий фитоценозы кедрово-широколиственных лесов. Северная граница лишена ландшафтной отчётливости в силу мозаичности распределения бореальных и остаточных неморальных фитоценозов.

4. На территории Амурской области выделено шесть групп лёта имаго пядениц: ранневесенняя, весенняя, раннелетняя, среднелетняя, позднелетне-раннеосенняя и позднеосенняя. Имеется два пика подекадного видового разнообразия, приходящихся на раннелетнюю и среднелетнюю группы. Динамика подекадного количества видов пядениц, находящихся в состоянии имаго на юге Амурской области, показывает высокое сходство с Большехецирским и Зейским заповедниками. Наблюдается связь динамики подекадного видового разнообразия имаго пядениц с кривыми хода средних положительных температур в различных регионах Приамурья.

5. Фауна пядениц Амурской области проявляет сходство с фаунами Приморского и Хабаровского краёв как по таксономическому составу, так и по ареалогической структуре фауны. Однако она несколько беднее, а по соотношениям количества видов в подсемействах и в ареалогических группах проявляет черты переходности к фаунам пядениц восточносибирских регионов.

6. По структуре трофических связей гусениц пядениц Амурской области, 119 видов предпочитает питаться растениями семейства Rosaceae, 102 вида – Betulaceae, по 82 вида – Fagaceae и Salicaceae, 68 видов – Ericaceae, 58 видов – Asteraceae, 57 видов – Fabaceae. 56,7% пядениц Амурской области являются полифагами, остальная часть – олигофагами с различной широтой трофической специализации.

7. Наибольшее видовое разнообразие пядениц отмечено в хвойно-широколиственных лесах (250 видов), а также в лесах и редколесьях из дуба монгольского (218 видов). Умеренное богатство видов отмечено в лиственных

лесах и марях (151), занимающих север области. Наименьшее количество видов (13) характерно для горных биотопов. Видовой состав пядениц сельхозугодий формируется за счёт перехода на посадки видов с высокой стациальной гибкостью (дендро-тамно-хортобионтов) из близлежащих лиственных лесов.

8. Хозяйственное значение пядениц в Амурской области в настоящее время можно оценить как незначительное, использование средств защиты растений для борьбы с ними в условиях Амурской области нецелесообразно.

Перспективы дальнейшей разработки темы состоят в расширении исследований локальных фаун пядениц на недостаточно исследованных северных и горных территориях Амурской области, в изучении циклов развития видов и трофических связей гусениц пядениц, до сих пор мало известных для этого региона. Рекомендуется мониторинг динамики видового состава пядениц в ключевых пунктах Амурской области с целью отслеживания его изменения в соответствии с текущим климатическим трендом и возможным внедрением инвазивных видов.

Приложение 1

В приложении приведён перечень из 53 пунктов сборов с указанием 84 географических координат и кратким описанием их биотопов.

Приложение 2

В приложении приводится аннотированный список 430 видов пядениц, собранных на территории Амурской области или приведенных в литературных источниках. По каждому виду даны литературные источники, известный коллекционный материал, сведения по распространению и краткая хорологическая характеристика. Дополнительная информация по спорным упоминаниям в литературных источниках, а также по распространению и синонимии отдельных видов вынесены в примечания.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи, опубликованные в ведущих рецензируемых журналах

из списка ВАК:

1. Kuzmin, A. A. New data on geometrid moths (Lepidoptera: Geometridae) from Amurskaya oblast / A. A. Kuzmin, E. A. Beljaev // Far Eastern Entomologist. – 2017. – No. 348. – P. 1-14. – DOI: 10.25221/fee.348.1. (Scopus Q2, Перечень ВАК К1, Белый список (Уровень 2))
2. Kuzmin, A. A. New records of geometrid moths of the subfamily Ennominae (Lepidoptera: Geometridae) from the Amurskaya Oblast, Russian Far East / A. A. Kuzmin, E. A. Belyaev // Acta Biologica Sibirica. – 2021. – Vol. 7. – P. 219-226. – DOI: 10.3897/abs.7.e70083. (Scopus Q2, Перечень ВАК К1, Белый список (уровень 3))
3. Kuzmin, A. A. New records of geometrid moths of the subfamily Larentinae (Lepidoptera: Geometridae) from the Amurskaya Oblast, Russian Far East / A. A. Kuzmin, E. A. Beljaev // Acta Biologica Sibirica. – 2022. – No. 8. – P. 475-482. – DOI: 10.5281/zenodo.7710428. (Scopus Q2, Перечень ВАК К1, Белый список (уровень 3))
4. Кузьмин, А. А. Новые находки пядениц (Lepidoptera, Geometridae) на Дальнем Востоке России в Амурской области / А. А. Кузьмин, Е. А. Беляев // Амурский зоологический журнал. – 2024. – Т. 16, № 3. – С. 706–717. – DOI: 10.33910/2686-9519-2024-16-3-706-717. (Перечень ВАК К1, Белый список (уровень 4))

Статьи, опубликованные в других изданиях:

5. Беляев, Е. А. Зоогеографическая характеристика фауны пядениц (Lepidoptera: Geometridae) Благовещенского района (Амурская область, Россия) / Е. А. Беляев, А. А. Кузьмин // Чтения памяти Алексея Ивановича Куренцова. – 2015. – № 26. – С. 170-187. (РИНЦ)
6. Кузьмин, А. А. Динамика сезонной активности имаго пядениц (Lepidoptera: Geometridae) на юге Амурской области / А. А. Кузьмин // Чтения памяти Алексея Ивановича Куренцова. – 2020. – № 31. – С. 68-82. – DOI 10.25221/kurentzov.31.6. (РИНЦ).
7. Кузьмин, А. А. История изучения пядениц (Lepidoptera, Geometridae) Амурской области / А. А. Кузьмин // Чтения памяти Алексея Ивановича Куренцова. – 2023. – № 34. – С. 36-50. – DOI: 10.25221/kurentzov.34.3. (РИНЦ)

8. Кузьмин, А. А. Зоогеографическая характеристика фауны пядениц (Lepidoptera: Geometridae) Амурской области / А. А. Кузьмин, Е. А. Беляев // Чтения памяти Алексея Ивановича Куренцова. – 2024. – № 35. – С. 20-53. – DOI: 10.25221/kurentzov.35.2. (РИНЦ).

**Работы, опубликованные в материалах международных
и всероссийских конференций:**

9. Кузьмин, А. А. Пяденицы (Lepidoptera: Geometridae) – вредители сои в Амурской области / А. А. Кузьмин // XV Съезд Русского энтомологического общества: Материалы съезда, Новосибирск. – Новосибирск: Грамонд, 2017. – С. 274-275. (РИНЦ).
10. Кузьмин, А. А. Первые сведения по фауне пядениц (Lepidoptera: Geometridae) Норского заповедника Амурской области / А. А. Кузьмин // X Чтения памяти О. А. Катаева: Материалы международной конференции, Санкт-Петербург, 22–25 октября 2018 года / Под редакцией Д. Л. Мусолина, А. В. Селиховкина. Том 1. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С. М. Кирова, 2018. – С. 55-56. (РИНЦ).