

ЗООГЕОГРАФИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА НАСЕЛЕНИЯ ПОДЕНОК (ЕРНЕМЕРОПТЕРА) САЛАИРСКОГО КРЯЖА

ZOOGEOGRAPHICAL STRUCTURE OF MAYFLIES (EPHEMEROPTERA) POPULATION AT SALAIR RIDGE

На оригинальных и литературных данных показано, что Салаирский кряж, расположенный в зоне крупномасштабного экотона, является транзитной территорией для распространения видов поденок между Западной и Восточной Палеарктикой. Фауна поденок Салаирского кряжа на настоящее время включает 50 видов. Основу видового разнообразия поденок Салаира образуют виды с восточнопалеарктическим и транспалеарктическим распространением. На основе кластерного анализа фаунистического сходства населения поденок юга Западной Сибири выявлено, что для водотоков Салаира наблюдается ярко выраженное преобладание реофильных видовых комплексов, характерных для Северного Алтая. Основным путем проникновения восточнопалеарктической фауны поденок на территорию юга Западной Сибири проходит через малые реки Салаира. Слабая степень представленности западнопалеарктической фауны в водотоках Салаирского кряжа, может быть обусловлена продолжительным периодом изоляции данной территории в силу особенностей рельефа и климата Западно-Сибирской равнины на протяжении плейстоцена.

Ключевые слова: Ephemeroptera, зоогеография, природно-территориальные комплексы, Салаирский кряж

We proposed on the original and published data the Salair Ridge, located at the zone of huge ecotone, to be a place for mayflies (Ephemeroptera) species of Western and Eastern fauna transitional spreading through the Western Siberia sought territory. It is shown for sought region of the Western Siberia, based on cluster analysis of mayfly fauna similarity, that rithrail species complexes prevail at the Salair mayflies population. The main way of Eastern Palearctic fauna species spreading in the space of Western Siberia sought is small river of Salair Ridge. Probably, low level of Western Palearctic fauna species present in Salair rivers is due to long period of isolation from northwest taken place for this territory during Pleistocene period by of climate and landscape specialty of the West Siberian Plate.

Key words: Ephemeroptera, zoogeography, natural region, Salair Ridge

Н.С. Батурина*, кандидат биологических наук, старший преподаватель, Новосибирский государственный университет

N.S. Baturina*, PhD of Biological Sciences, seniorlecture, Novosibirsk State University

***Адрес для корреспонденции:** natalya.s.baturina@gmail.com

Н.С. Батурина // № 7-9 июль-август-сентябрь 2018. с. 97–102.

Введение

Салаирский кряж, расположенный на стыке Западно-Сибирской равнины и горных массивов Алтае-Саянского экорегиона, представляет собой уникальный крупномасштабный экотон [1, 2]. В отличие от хорошо изученной фауны поденок (Ephemeroptera) равнинной части юга Западной Сибири [3-5], данные по разнообразию поденок Салаира фрагментарны и охватывают лишь периферию кряжа [6-9].

В рельефном отношении Салаирский кряж представляет собой плоское невысокое плато (400–500 м.н.у.м.) с возвышениями сопок (до 600 м над ур. м.). Речная сеть Салаира имеет частную решетчатую форму [10], что упрощает процесс расселения амфибионтных насекомых. Геоморфологическое строение речных долин значительно отличается на северо-восточном и юго-западном склонах, в силу неоднородности возвышения территории [11]. Это создает предпосылки для вселения в реки как реофильных, так и потомальных видов. А расположение

в зоне крупномасштабного экотона определяет одновременное присутствие в бентосных сообществах представителей Восточной и Западной Палеарктики.

Цель данной работы — выявить особенности таксономической структуры фауны поденок Салаирского края.

Материалы и методы исследований

В работе представлен материал исследований Салаира за 2007-2017 гг. За время исследования обработано 177 количественных проб на 32 точках. Все исследованные водотоки разделены по площади водосборного бассейна на малые реки, средние реки и ручьи. Места отбора проб указаны на карте (рис. 1). На каждом участке отбора проб закладывались трансекты с трехкратной повторностью учетных площадок. Отбор зообентоса проводился стандартными гидробиологическими методами [12]. Грунт отбирался гидробиологическим

сачком. Далее проба промывалась через капроновый газ (размер ячеек 350×350 мкм), выбирались животные и фиксировались 75%-ным этиловым спиртом. Определение организмов проводилось с использованием справочной литературы [13-15]. Для каждого вида производился подсчет особей в каждой пробе. Оценка сходства фаун поденок проводилась с применением кластерного анализа. В качестве меры сходства выбран индекс Брея-Кертиса. Зоогеографическая принадлежность определялась по материалам электронной базы данных *Ephemeroptera of the world* [16].

Кроме собственных сборов при анализе фауны поденок Салаирского края использованы опубликованные данные по рекам Бердь, Иня, Чумыш, Зырянка, Буготак, Большая Пустынка, Тула, Шиптуника, Мосиха, Носиха, Издревая, Ик [6-9, 17]. Участки отбора проб по литературным сведениям показаны на карте (рис. 1).

Видовое разнообразие поденок ближайших природно-территориальных комплек-

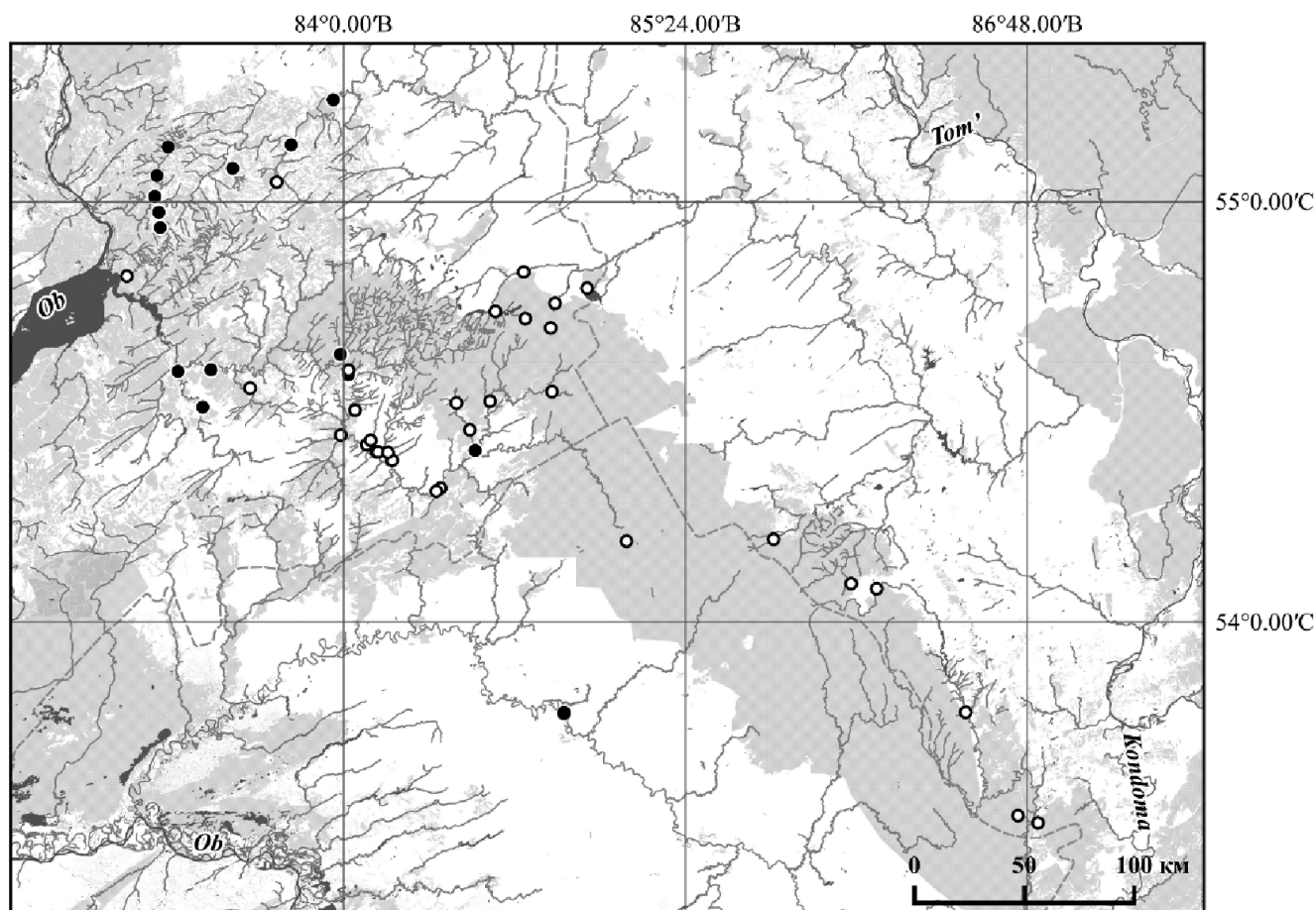


Рис. 1. Карта-схема Салаирского края. ○ — места отбора проб автором; ● — места отбора проб по литературным данным.

сов (ПТК) описано по литературным данным. Рассмотрена фауна Западного Саяна [18], фауна Северного Алтая [3, 5, 19-21], Барабинской низменности [22-24], фауна Кулундинской низменности [25-28], фауна Васюганской низменности [29-32], фауна Ишимской низменности [31, 33-35]. Данные по фауне поденок Кузнецкого Алатау и Горной Шории слишком скудны для проведения фаунистического анализа.

Результаты и их обсуждение

Фауна поденок Салаирского края включает 50 видов, принадлежащих к 12 семействам. Наиболее разнообразными семействами являются Heptageniidae, Baetidae, Ephemerellidae, Leptophlebiidae, Caenidae, что характерно для фауны поденок Палеарктики в целом [36]. На долю семейства Baetidae приходится 30% видового разнообразия, виды семейства Heptageniidae, Ephemerellidae, Caenidae составляют 20%, 14% и 10% соответственно. Следует отметить, что основу видового разнообразия поденок Салаира образуют виды с восточнопалеарктическим и транспалеарктическим распространением — 44% и 48% соответственно.

Для определения степени сходства фауны поденок Салаира и ближайших природно-территориальных комплексов проведен кластерный анализ с применением индекса Брея-Кертиса. В качестве матрицы использовались данные о присутствии видов в водотоках природного комплекса. В целом, для юга Западной Сибири выявлено 94 вида поденок. Наибольшее число видов отмечено для водотоков Северного Алтая — 58, наименьшее — 4 вида, для территории Кулундинской низменности. Фауна Салаира демонстрирует значительное сходство только с фауной Северного Алтая — индекс Брея-Кертиса равен 0,56. Для фауны поденок Салаира не подтверждается предположение о равновероятном присутствии в водотоках реофильных и потомальных видов. Наблюдается ярко выраженное преобладание ритральных видовых комплексов, сходных с фауной Северного Алтая и, вероятно, Горной

Шории. С фаунами равнинных территорий и фауной Западного Саяна сходство незначительно — значения индекса не превышали 0,25 (рис. 2). Кроме того, с относительно высоким уровнем сходства выделяется кластер фаун равнинных территорий. Причем, особое положение занимает фауна Кулундинской низменности. Она характеризуется крайне низким видовым разнообразием. Вероятно, это связано с особенностями строения гидрологической сети Кулундинской низменности: многочисленные системы соленых озер, не пригодные для развития личинок поденок, оказывают изоляционный эффект на расселение амфибионтов в пределах данной области.

Для уточнения границ распространения фаун поденок Восточной и Западной Палеарктики на юге Западной Сибири выявлена доля присутствия видов с разными ареалами в видовом составе поденок разных природно-территориальных комплексов. Для фауны Салаира отдельно рассмотрены видовые комплексы малых и средних рек, а также ручьев.

Виды поденок с транспалеарктическим распространением составляют большую часть видового богатства для всех типов

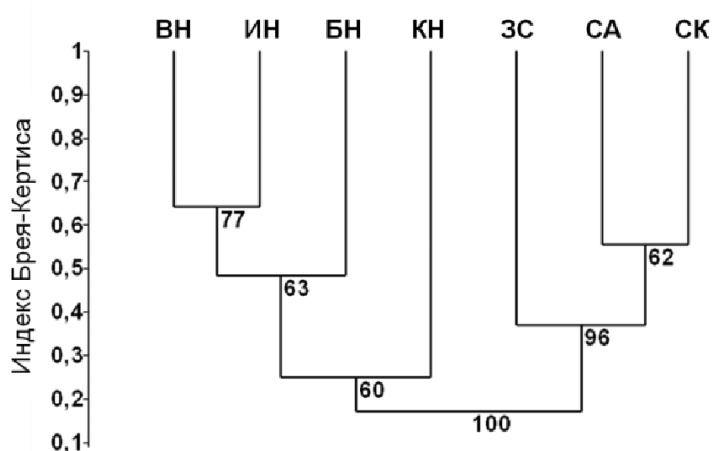


Рис. 2. Оценка фаунистического сходства фаун поденок юга Западной Сибири (индекс сходства Брея-Кертиса, попарная кластеризация; коэффициент линейной корреляции = 0,89; бустрэн = 3000). Сравнимые природно-территориальные комплексы: СК — Салаирский край; СА — Северный Алтай; ЗС — Западный Саян; ВН — Васюганская низменность; ИН — Ишимская низменность; БН — Барабинская низменность; КН — Кулундинская низменность.

водотоков Салаирского кряжа. Сравнение транспалеарктической компоненты фауны поденок Салаира и ближайших природно-территориальных комплексов указывает на наличие значимого сходства между видовыми комплексами транспалеарктиков Салаира и Северного Алтая (индекс сходства равен 0,5), а также Салаира и Васюганской равнины (индекс составил 0,42). Степень сходства транспалеарктической группы видов Салаира и прочих природных комплексов не превышает 0,3. Показано, что для равнинных территории юга Западной Сибири доля восточнопалеарктических видов постепенно снижается от 25% в водотоках Кулундинской низменности до 12,5% в водотоках Ишимской низменности и 8% в реках Васюганья (рис. 3). Наблюдается четкий вектор распространения восточнопалеарктических видов через территорию Северного Алтая, а затем через водотоки Салаира на запад, вплоть до Ишимской низменности. Причем, в пределах речной сети Салаира основной магистралью для расселения служат малые реки, поскольку доля восточнопалеарктических видов от общего разнообразия здесь составляет 50%. Для западнопалеарктической фауны складывается иная картина. В водотоках Салаирского кряжа западнопалеарктические виды встречаются только в малых и средних реках, составляя не более 8% от всего разнообразия поденок. Дальнейшее расселение на восток ограничивается водотоками Северного Алтая, где западнопалеарктические виды составляют 6,8% от видового состава. В речные системы Западного Саяна проникает лишь один вид — *Baetis rhodani* Pictet, 1843.

Для объяснения различий в интенсивности освоения Салаирского кряжа фаунами поденок Западной и Восточной Палеарктики необходимо оценить расселительный потенциал фаун. Известно, что интенсивность проникновения на новые территории определяется потенциальной мощностью фауны вселенцев, т.е. средней численностью и биомассой, характерной для расселяющихся видов в центральной части их ареала [37]. Значения средней биомассы бентосных сообществ равнинных и горных водотоков юга Западной Сибири сопоставимы [22, 27, 33].

Кроме того, поденки входят в состав доминантного комплекса по показателям биомассы как в ритральных, так и в потомальных водотоках юга Западной Сибири [3]. Следовательно, фауна поденок равнинных водотоков Западно-Сибирской равнины не уступает по расселительному потенциалу фауне горных водотоков Северного Алтая, и существует иная причина преобладания в водотоках Салаирского кряжа восточнопалеарктических видов.

Согласно данным о формировании современных форм рельефа Западной Сибири, за последние 300 тысяч лет облик южных окраин Западной Сибири существенно изменился [11], что безусловно повлияло на расселительные возможности амфибионтных видов насекомых. Поднятие Салаирского кряжа до его современных высот началось недавно — 100 тысяч лет назад, и продолжается в настоящее время [10]. Практически весь этот период данная территория была изолирована с северо-запада водами Мансийского озера [38].

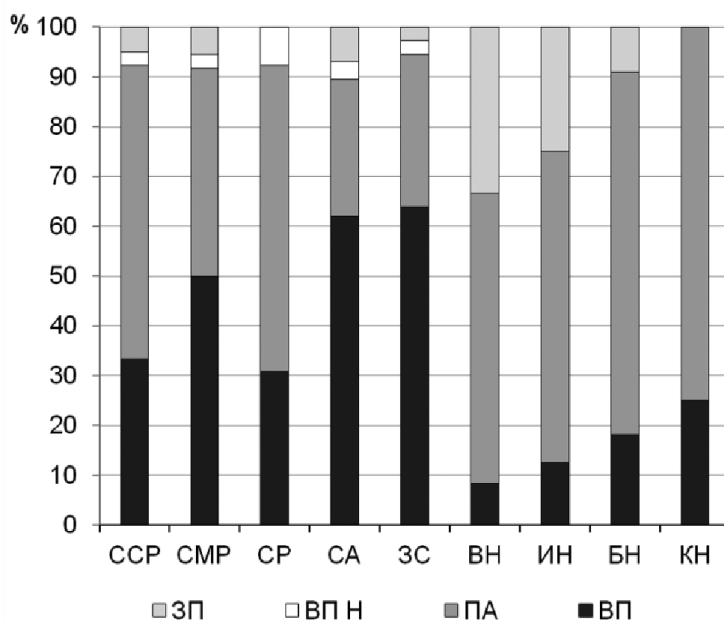


Рис. 3. Зоогеографическая структура фаун поденок природно-территориальных комплексов юга Западной Сибири. Типы ареалов: ЗП — западнопалеарктические виды; ВПН — виды Восточной Палеарктики и Неарктики; ПА — палеарктические виды. Природно-территориальные комплексы: ССР — средние реки Салаира; СМР — малые реки Салаира; СР — ручьи Салаира; СА — Северный Алтай; ЗС — Западный Саян; ВН — Васюганская низменность; ИН — Ишимская низменность; БН — Барабинская низменность; КН — Кулундинская низменность.

Следовательно, процесс заселения водотоков Салаира видами с северо-запада протекал не равномерно, а с продолжительными паузами. Кроме того, основной путь для расселения пролегал по крупным равнинным рекам — Параобь, Иртыш, что ограничивает возможности к расселению у ритральных видов с западнопалеарктическим распространением. Путь расселения фауны Восточной Палеарктики через речную сеть горной системы Северного Алтая существовал все это время, что обеспечило более интенсивное внедрение ритральных восточнопалеарктических видов. Однако, пул восточносибирских видов проходит через своеобразный экологический «фильтр» локальных абиотических условий среды в водотоках Салаира. С другой стороны, такое устройство речных систем создает оптимальные условия для проникновения в реки Салаира потомственных представителей западнопалеарктической фауны.

Заключение

Анализ таксономической структуры и зоогеографии фауны поденок водотоков Салаирского кряжа позволяет детально рассмотреть процессы заселения крупномас-

штабного экотона, расположенного на стыке природно-территориальных комплексов юга Западной Сибири. Показано, что освоение речных систем Салаира происходило в основном за счет внедрения транспалеарктических и восточнопалеарктических видов поденок. Основным мостом расселения восточнопалеарктической фауны на территорию Западной Сибири следует считать реки Салаира, водотоки Северного Алтая и, вероятно, Горной Шории. Представители западнопалеарктической фауны в видовых комплексах Салаира встречаются в системах малых и средних рек, не заходя в ручьи. Дальнейшее проникновение западнопалеарктической фауны на восток выражено слабо и ограничивается водотоками Северного Алтая. На распространение западнопалеарктической фауны на юге Западной Сибири оказало влияние формирование Мансийского озера в период плейстоцена. Выявлена роль Салаирского кряжа в процессах расселения видов поденок Восточной и Западной Палеарктики на территории юга Западной Сибири — речную сеть Салаирского кряжа следует рассматривать как особую транзитную зону фауны поденок.

Работа проведена при поддержке гранта РФФИ 16-34-00632.

Литература

1. Чертопруд М.В. Фауна сообщества реофильного макрозообентоса восточной части Новосибирской области: эффект крупномасштабного экотона / М.В. Чертопруд, Д.М. Палатов // Вестн. Моск. Ун-та. Сер. 16. Биология. 2013. №3. С. 33-38.
2. Beketov M.A. Community structure of Ephemeroptera in Siberian streams // Entomological Science. 2008. Vol. 11, P. 289-299.
3. Безматерных Д.М. Зообентос равнинных притоков Верхней Оби. Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2008. 186 с.
4. Яныгина Л.В. Аспекты пространственной организации бентосных сообществ рек бассейна верхней и средней Оби // Мир науки, культуры, образования. 2013. Т. №. 3. С. 445-449.
5. Ковешников М.И. Таксономический состав донных беспозвоночных реки Бия с притоками (Северо-Восточный Алтай) // Евразиат. Энтомол. Журнал. 2010. Т. 15. №4. С. 367-378.
6. Бекетов М.А. Новые сведения о поденках (Ephemeroptera) Юго-Западной Сибири // Евразиатский энтомол. журн. 2004. Т.3. №1. С. 25-27.
7. Безматерных Д.М. Зообентос р. Издревая (приток р. Иня, бассейн Оби) как индикатор качества вод // Мир науки, культуры, образования. 2007. №1. С. 23-25.
8. Beketov M.A. Mayflies of southwestern Siberia, Russia (Ephemeroptera) / M.A. Beketov, N.Yu. Kluge // Opuscula zoologica fluminensia. 2003. Vol. 21, P. 1-6.
9. Beketov M.A. New records of mayflies and stoneflies (Ephemeroptera, Plecoptera) in South-West Siberia // Euroasian Entomological Journal. 2007. Vol. 6, P. 387-388.
10. Рельеф Алтае-Саянской горной области. Новосибирск: Наука, 1988. С. 48-58.
11. Вдовин В.В. Салаирский Кряж / В.В. Вдовин, А.М. Малолетко // История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока. Алтае-Саянская область. М. Наука: 1969. С. 146-156.
12. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. Спб.: Гидрометеиздат. 1992. 320 с.

13. Заика В.В. Атлас-определитель водных беспозвоночных Тувы и Западной Монголии. Кызыл, 2000. Ч. 1: Подёнки — Insecta, Ectognatha, Ephemeroptera. 42 с.
14. Клюге Н.Ю. Отряд поденки (Ephemeroptera) // Цалолихин С.Я. (ред.): Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т.3. Паукообразные, низшие насекомые. СПб, 1997. С. 176-329.
15. Kluge N. The phylogenetic system of Ephemeroptera. Kluwer Academic Publishers, 2004. 442 p.
16. Ephemeroptera of the world. Электронный ресурс: <http://www.insecta.bio.spbu.ru>.
17. Яныгина Л.В. Влияние дноуглубительных работ на донные зооценозы реки Чумыш // Вестник Алтайского аграрного университета. 2010. №6. С. 63-67.
18. Батурина Н.С. Видовой состав поденок (Ephemeroptera) водотоков Северного Алтая // Вестник НГУ. Серия: Биология, клиническая медицина. 2012. Т. 10. №. 2. С. 71-78.
19. Батурина Н.С. Сообщества донных беспозвоночных водотоков Северного Алтая и Западного Саяна. Дис.... канд. биол. наук. Новосибирск, 2015. 200 с.
20. Бекетов М.А. Видовой состав насекомых водотоков Северо-Восточного Алтая: поденки, ручейники и веснянки (Ephemeroptera, Trichoptera, Plecoptera) // Евразийский энтомолог. журн. 2005. Т.4. №2. С. 101-105.
21. Евсеева А.А. Таксономический состав зообентоса как показатель экологического состояния реки Ульба / А.А. Евсеева, Л.Б. Кушникова // Ползуновский вестник. 2005. №4-2. С. 217-221.
22. Безматерных Д.М. Зообентос рек Чулым и Каргат (бассейн озер Чаны, юг Западной Сибири) / Д.М. Безматерных, К.В. Чернышкова, О.Н. Вдовина // Вода: Химия и Экология. 2014. №10. С. 74-80.
23. Ковешников М.И. Характеристика зообентоса и оценка воды Российского участка реки Иртыш и ее притоков летом 2001 года // Мир науки, культуры, образования. 2014. Т. 5. №48. С. 315-321.
24. Безматерных Д.М. Зообентос озер юга Обь-Иртышского междуречья: анализ. обзор / Д.М. Безматерных, О.Н. Вдовина // Гос. Публич. Науч.-техн. Б-ка Сиб. Отд-ния Рос. Акад. Наук, Ин-т вод. И экол. Проблем. Новосибирск, 2017. 180 с.
25. Силантьева М.М. К анализу современного состояния экосистемы бассейна Барнаулки / М.М. Силантьева, О.Н. Жихарева, Т.В. Кириллова, Д.М. Безматерных, Г.Н. Мисейко, Д.В. Золотов, А.В. Савоськин, В.Б. Журавлев, М.А. Мерлушкина, Е.Ю. Стась, М.В. Соловьева // Изв. Алт. ун-та. 1998. №4 (9). С. 139-144.
26. Безматерных Д.М. Зообентос водотоков бассейна верховьев чарыша и его роль в питании рыб / Д.М. Безматерных, О.Н. Жукова // Мир науки, культуры, образования. 2008. Т. 5. №12. С. 35-39.
27. Безматерных Д.М. Макрозообентос Гилевского водохранилища и примыкающих к нему участков реки Алей / Д.М. Безматерных, Е.Н. Крылова // Биология внутренних вод. 2016. №2. С. 56-62.
28. Веснина Л.В. Эколого-биологическая характеристика бассейна реки Большой Черемшанки (бассейн Верхней Оби) / Л.В. Веснина, В.П. Соловов, Д.М. Безматерных, М.М. Силантьева, Р.Е. Романов // Изв. Алт. гос. ун-та. 2002. №3. С. 83-87.
29. Воробьев Д.С. Донные сообщества пойменно-речных систем бассейна Васюгана в условиях нефтяного загрязнения. Дис.... канд. биол. наук. Томск, 2003. 190 с.
30. Шарاپова Т.А. К изучению зооперифитона бассейна р. Демьянка // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. 2009. №9. С. 146-154.
31. Шарاپова Т.А. Пространственное распределение зооперифитона р. Иртыш // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. 2011а. №11. С. 118-124.
32. Шарاپова Т.А. К изучению зообентоса бассейна р. Демьянка // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. 2012. №12. С. 111-118.
33. Шарاپова Т.А. Пространственная структура зооперифитона малой реки (Западная Сибирь) // Биология внутренних вод. 2010. №2. С. 51-56.
34. Шарاپова Т.А. Сравнительная характеристика зообентоса и зооперифитона (на примере малой и средней реки) / Т.А. Шарاپова, Р.В. Волкогонова // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. 2010. №10. С. 180-192.
35. Шарاپова Т.А. Зооперифитон озер Тоболо-ишимской лесостепи (Тюменская область) // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. 2011б. №12. С. 119.
36. Второв П.П. Биогеография / П.П. Второв, Н.Н. Дроздов. Учеб. для студ. высш. учеб. Заведений. М.: Изд-во ВЛАДОС-ПРЕСС, 2001. 304 с.
37. Barber-James H.M. Global diversity of mayflies (Ephemeroptera, Insecta) in freshwater / H.M. Barber-James, J.L. Gattoliat, M. Sartori & M.D. Hubbard // Hydrobiologia. 2008. Vol. 595, P. 339-350.
38. Mangerud J. Ice-dammed lakes and rerouting of the drainage of northern Eurasia during the Last Glaciation / J. Mangerud, M. Jakobsson, H. Alexanderson, V. Astakhov, G.K. Clarke, M. Henriksen, C. Hjort, G. Krinner, J.-P. Lunkka, P. Möller, A. Murra, O. Nikolskaya, M. Saarnisto, J.I. Svendsen // Quaternary Science Reviews. 2004. Vol. 23, P. 1313-1332.