

венно составляют 51–78 мг/кг и 3,6–8,9 мг/кг, при среднем содержании – $58,3 \pm 2,3$ мг/кг и $5,7 \pm 0,3$ мг/кг. В черноземах обыкновенных Абайской котловины диапазон концентраций этих элементов составляет соответственно 34–63 мг/кг и 3,5–8,1 мг/кг, в среднем $43,8 \pm 1,6$ мг/кг и $5,1 \pm 0,3$ мг/кг.

Профильное распределение меди носит четко аккумулятивный характер: более высокие значения концентраций элемента характерны для гумусовых горизонтов почв.

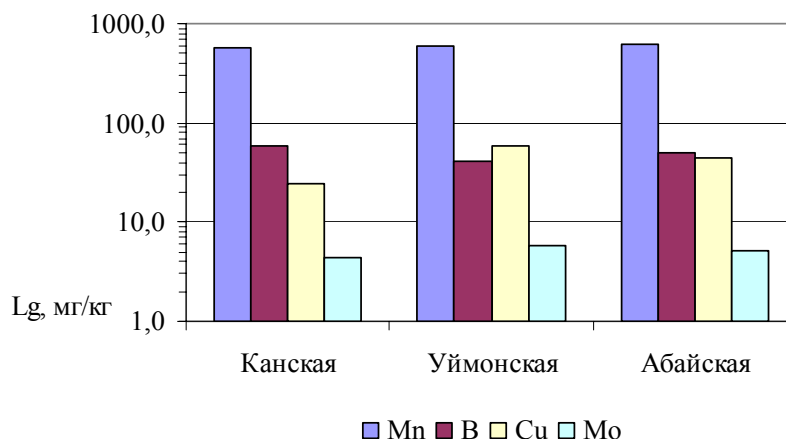


Рис. 1. Логарифмы средних концентраций микроэлементов в почвах среднегорных котловинах Алтая

Таким образом, почвы среднегорных котловин Алтая, в среднем имеют близкое валовое содержание марганца (см. рис 1). Содержание бора более высокое в почвах Канской котловины. В почвах Уймонской и Абайской котловинах в среднем содержится больше меди и молибдена.

По данным [3, 9] возможности биогенного накопления в почвах неодинаковые. Медь больше аккумулируется в хорошо гумусированной и не затронутой элювиальным процессом почве.

Аккумулятивное накопление молибдена выражено в меньшей степени и, как правило, его содержание увеличивается с глубиной.

Из физико-химических свойств почв на характер распределения микроэлементов оказывает влияние содержание гумуса, карбонатов и гранулометрический состав.

Работа выполнена при поддержке грантов РГНФ 07-06-18019е и РФФИ 06-08-00438а.

Библиографический список

1. Кумина, А.В. Растительный покров Алтая / А.В. Кумина. – Новосибирск: СО РАН, 1960. – 448 с.
2. Ковалев Р.А. Почвенный покров Горно-Алтайской Автономной области и пути его рационального использования / Р.А. Ковалев, В. И. Волковинцер // Вопросы развития сельского хозяйства Горного Алтая. – Новосибирск, 1968. – С. 23-24.
3. Мальгин, М. А. Биогеохимия микроэлементов в Горном Алтае / М. А. Мальгин. – Новосибирск: Наука, 1978. – 271 с.
4. Перельман, А.И. Геохимия ландшафта / А.И. Перельман, Н.С. Касимов. – М.: Астрель, 2000. – 647 с.
5. Иванов, В.В. Экологическая геохимия элементов / В.В. Иванов. – М.: Недра, 1994.
6. Ильин, В.Б. Микроэлементы и тяжелые металлы в почвах и растениях Новосибирской области / В.Б. Ильин, А.И. Сысо. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. – 229 с.
7. Кабата-Пендиас, А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х Пендиас. – М.: Мир, 1989. – 440 с.
8. Церлинг, В.В. Агрохимические основы диагностики питания сельскохозяйственных культур / В.В. Церлинг. – М.: Наука, 1978. – 216 с.
9. Ильин, В.Б. Биогеохимия и агрохимия микроэлементов / В.Б. Ильин. – Новосибирск: Изд-во Наука, 1973. – 368 с.
10. Алексеенко, В. А. Экологическая геохимия / В.А. Алексеенко. – М.: Логос, 2000. – 627 с.

Материал поступил в редакцию 03.12.07.

УДК 595.771

Д.М. Безматерных

К СИСТЕМАТИКЕ, ЭКОЛОГИИ И РАСПРОСТРАНЕНИЮ ХИРОНОМИД РОДА CHIRONOMUS ГРУППЫ OBTUSIDENS (DIPTERA, CHIRONOMIDAE)

В статье обсуждены вопросы систематики, экологии и зоогеографии хирономид рода *Chironomus* группы *obtusidens*. Приведены новые данные по морфологии и экологии одного из видов этой группы – *C. acutiventris*, впервые описана его куколка. Проанализирована роль личиночной формы типа *fluviatilis*, как адаптации к определенным экологическим условиям – заиленным грунтам мелководий рек и озер.

Систематика, экология и география хирономид в настоящее время интенсивно развивающиеся области энтомологии. В последнее время они получили новый им-

пульс в развитии после внедрения методов кариосистематики, и открытием видов-близнецов, хорошо различающихся по кариотипам и плохо по морфологии.

Общепризнано, что достоверное и полное описание видов хирономид, изучение их биологии и распространения невозможно без изучения всех стадий развития (личинка, куколка, имаго) и кариотипа [22].

Если ранее систематика хирономид осложнялась разрозненностью определительных систем для преимагинальных стадий развития, изучавшихся гидробиологами, и имагинальных стадий, изучавшихся энтомологами, то в настоящее время проблемой является сопоставление данных систематиков-морфологов и систематиков-цитологов. Остро эти проблемы стоят и в роде *Chironomus*, для которого известно более 70 видов на территории бывшего Советского Союза и более 100 для Голарктики [21, 23]. Значительная часть этих видов не имеет описания всех стадий развития и кариотипа, недостаточно исследована их экология. Группа видов *obtusidens* не является исключением и требует дальнейших исследований в области систематики, экологии и зоогеографии. В настоящей работе обсуждены вопросы систематики, экологии и зоогеографии группы *obtusidens*. Приведены новые данные по морфологии и экологии одного из видов этой группы – *C. acutiventris*, впервые описана его куколка.

Материалы и методы. Сбор личинок проводили в ноябре 1998 г. на р. Барнаулке (приток р. Обь возле г. Барнаула). Были отобрано около 100 гидробиологических проб, в результате выведения получено 9 куколок, 3 самца и 6 самок. Приготовлено около 35 препаратов слюнных желез.

Выращивание преимагинальных стадий хирономид проводили по методике А.И. Шиловой с соавт. [18]. Морфологические препараты делали в жидкости Фора-Берлезе [13]. Для кариологического анализа личинок фиксировали в жидкости Карнуа. Окрашивание хромосом проводили по ацет-орсеиновой методике [8]. Морфологические и кариологические препараты хранятся в ИЦиГ СО РАН (г. Новосибирск), гидробиологические пробы в ИВЭП СО РАН (г. Барнаул).

Результаты и обсуждение

Систематика. Одной из групп видов рода *Chironomus*, где в последнее время описан ряд новых видов, является группа *obtusidens*. В настоящее время группа включает 4 вида: *C. obtusidens* Goetghebuer, 1921, *C. heterodontatus* Konstantinov 1956, *C. sokolovae* Istomina, Siirin, Polukonova, 2000 и *C. acutiventris* Wülker,

Ryser, Scholl, 1983, причем последний имеет два подвида – *C. a. acutiventris* и *C. a. bavaricus*, как оказалось виды этой группы многочисленны в бассейне Верхней Оби и Верхнего Енисея [9, 16].

Первым описанным видом этой группы является *C. obtusidens* M. Goetghebuer [25]. Много позднее А.С. Константинов [11] по морфологическим данным трех стадий развития описал другого члена этой группы – *C. heterodontatus*, но западным систематикам этот вид оставался неизвестным и потому считался сомнительным. Затем В.Ф. Вюлкер с соавт. [26] описал *C. acutiventris* по морфологии личинки, имаго и кариотипу, морфология куколки описана не была. Систематический статус *C. heterodontatus* оставался неясным, пока не было сделано новое детальное описание морфологии вида [14] и описан его кариотип [7]. Последний член этой группы *C. sokolovae* выявлен недавно А.Г. Истоминой с соавт. для него имеется описание кариотипа и всех стадий развития [24]. Ниже дается описание *C. a. acutiventris* из р. Барнаулки.

Личинка *C. a. acutiventris* красная, типа *thummi*, формы *fluviatilis* с длинными, заостренными латеральными отростками, длина личинок 10-11 мм. По морфологии личинка очень близка к *C. heterodontatus* и *C. sokolovae*. Сенсилла антенны достигает только основания пятого членика. Четвертый зубец мандибулы, хорошо выражен, значительно светлее остальных. Отношение ширины вентроментальных пластинок к их высоте 1:3 (рис. 1).

В барнаульской популяции *C. a. acutiventris* наблюдалось сильное варьирование формы зубцов ментума – от заостренных до округлых (рис. 1, А-Б), это вероятно связано как с индивидуальной изменчивостью, так и с возрастом личинок (со временем зубцы, как правило, стираются) [24]. Подобная ситуация наблюдается и с формой зубцов ментума у *C. obtusidens* по Вюлкеру [26] они заостренные, а по А.И. Шиловой [20] – округлые. В систематике группы *obtusidens* существуют также неясности в использовании признака длины сенсиллы антенны, по одним данным у *C. heterodontatus* он заходит за вершину пятого членика [14], а по другим доходит до середины четвертого [11]. Все это затрудняет точную видовую диагностику личинок группы *obtusidens* по морфологическим признакам.

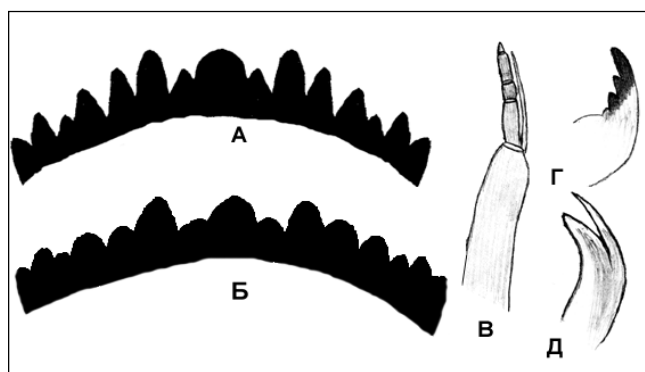


Рис. 1. Детали строения *C. a. acutiventris*: А-Б – варианты строения ментума (А – заостренные зубцы, Б – округлые); В – форма антенны; Г – зубцы мандибулы; Д – зубцы премандибулы

Куколка *C. a. acutiventris* по внешнему виду очень схожа с куколками других видов группы *obtusidens*, но имеется ряд отличительных черт (рис. 2). Индекс анального плавника равен 1, ширина анального плавника 440

мкм, расстояние между внутренними углами анальных лопастей составляет $\frac{1}{4}$ ширины плавника. Шипы VIII тергита темно-коричневые, расщеплены 2-4 зубца, на конце оканчиваются нитями. Шипики заднего угла VIII

тергита мелкие, расположены по 2-3. Крючки заднего края II тергита сильно изогнутые, средние крючки имеют хорошо развитый дополнительный зубец у основания.

Самец *C. a. acutiventris*. Морфология имаго самцов из р. Барнаулки (рис. 3) существенно не отличалась от

стандартного описания [26]. Некоторое отличие наблюдается в характере расположения анально-медиальных щетинок, поле этих щетинок у барнаульских *C. a. acutiventris* вытянуто продольно.

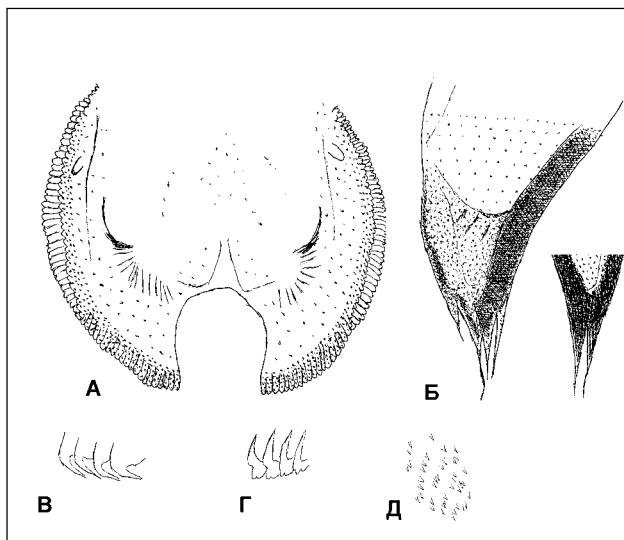


Рис. 2. Детали строения куколки *C. a. acutiventris*: А – анальный сегмент; Б – изменчивость шипа заднего угла VIII сегмента брюшка; В-Г – крючки заднего края II тергита (В – крайние, Г – средние); Д – шипики заднего угла VII тергита

Кариотип *C. acutiventris* был изучен В. Вюлкером с соавт. [26] в популяциях из Германии и Швейцарии, а также А.Г. Истоминой с соавт. [6] и Д.М. Безматерных и Г.Н. Мисейко [1, 2] из р. Барнаулки Алтайского края. Кариотип – $2n=8$, сочетание хромосомных плеч: АВ, CD, EF, G – комплекс thummi (рис. 4 и 5).

Характерной чертой кариотипа *C. acutiventris* из р. Барнаулки является перетяжка в плече А вблизи центрального района. В дистальной части плеча находится большой пуф. Гомологи плеча G не конъюгируют совсем или конъюгируют частично в дистальном районе, ядрышко находится вблизи центромеры, два кольца

Бальбиани (КБ) лежат в дистальной части плеча G и отделены от проксимальной его части тонкой перетяжкой. Кариотип сибирского *C. acutiventris* достаточно полиморфный, в р. Барнаулке 74% личинок имели гетерозиготные инверсии с числом инверсий на особь 1,08. Плечи А, В и G оказались мономорфными, в плечах С, D, E и F обнаружены простые и сложные гетеро- и гомозиготные инверсии. Обнаружено 17 последовательностей дисков, из них 6 ранее не встречались в европейских популяциях [6].

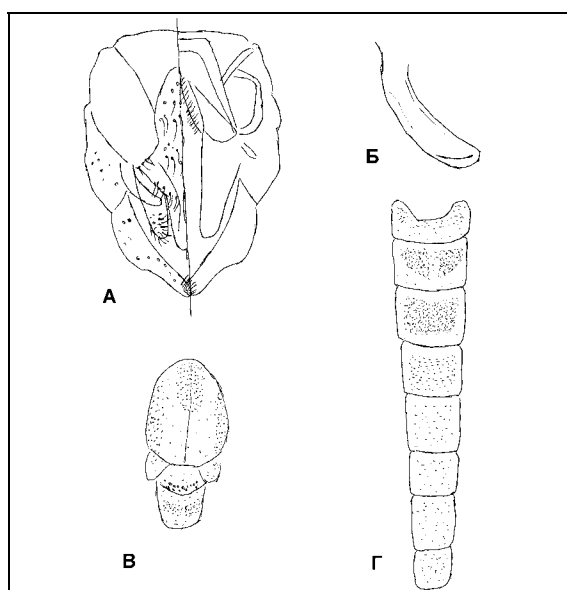


Рис. 3. Детали строения имаго *C. a. acutiventris*: А – гениталии самца; Б – верхний (второй) придаток; В – окраска груди; Г – окраска брюшка

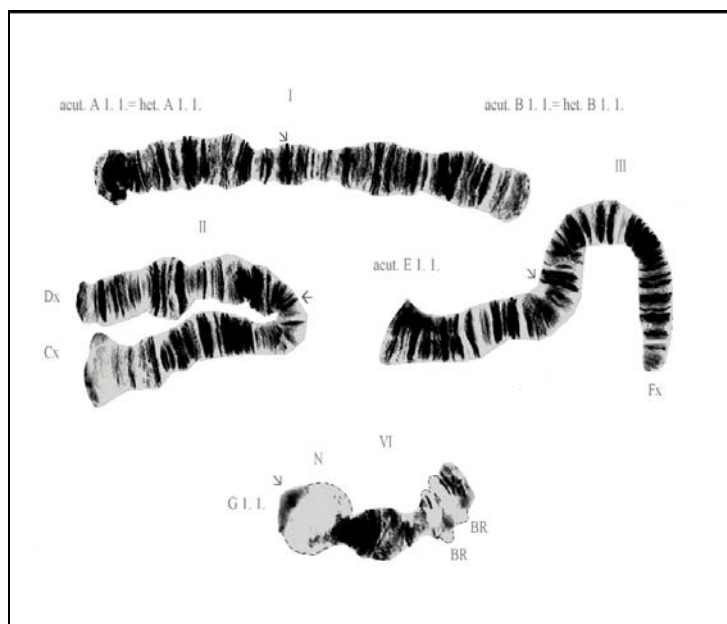
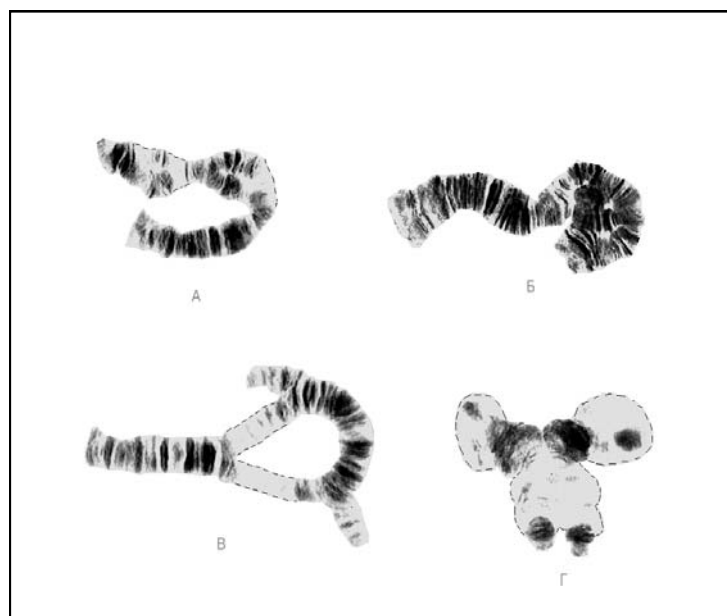
Рис. 4. Кариотип *Ch. a. acutiventris*

Рис. 5. Хромосомные перестройки *Ch. a. acutiventris*:
 А – включенная гетерозиготная инверсия в плече D, Б – сложная гетерозиготная инверсия в плече D,
 В – простая гетерозиготная инверсия в плече F, Г – расхождение гомологов в плече G.

Экология и распространение. В бассейне р. Барнаулки *C. a. acutiventris* встречается в среднем, нижнем течении и в притоке (р. Пивоварка), на заиленных грунтах, в альфа-мезосапробных условиях [1]. Наибольшая численность (до 3-8 тыс. экз./м³) и биомасса (до 18-35 г/м³) личинок наблюдалась в заводях на сильно заиленном песке и черном иле. В середине реки на более чистых песках личинки встречались реже, причем, чем менее заиленный был песок, тем меньше было личинок (до полного отсутствия). Кроме р. Барнаулки вид встречается в других районах Сибири (Туве), а также в Европе (Германии, Швейцарии, Финляндии) [6, 26].

Личинки *C. heterodentatus* обитают на заиленных грунтах: песке, почве, гравии в прибрежных слабопроточных участках рек [4, 12]. Комары встречались в большом количестве с июня по октябрь, роились

в июле-августе и сентябре. Вид распространен в Европе (бассейн р. Волга, Саратовская область), вне России не известен [13].

Личинки *C. obtusidens* в массе развиваются на иле и заиленном песке мелководий (20-40 см) с низкой скоростью течения [13, 15, 20] или глинистых, сильно эвтрофированных грунтах луж, болот [19], довольно часто встречается на отдельных участках рек лесостепной и степной зон [4]. В р. Барнаулке личинки *C. obtusidens* обитают на тех же грунтах что и *C. acutiventris*, но встречаются в единичных экземплярах. В Волгоградском водохранилище вылет комаров отмечен в июне [12], на реках Самарской области в мае и июле [4]. Вид распространен практически во всей Палеарктике кроме Дальнего Востока [5, 13].

Личинки *C. sokolovae* обитают на небольших глубинах (0,2-1,0 м) слабопроточных прибрежных открытых водоемов, предпочитают черные илы. Обнаружены в Горном Алтае (р. Чемал) и р. Енисей [16, 24].

Таким образом, характерной особенностью видов группы *obtusidens* является общий палеарктический ареал их обитания. Характер предпочитаемых биотопов также сходен – это мелководные, медленно текущие воды, заиленные грунты. Такой диапазон экологических условий обитания, вероятно, связан с общей специфической личиночной формой этих видов – *fluviatilis*. Именно личиночная стадия, наиболее продолжительная из всех стадий жизненного цикла хирономид, в наиболее полной мере отражает биологию конкретного вида. Форма, размеры вентральных и латеральных отростков,

цвет личинки (содержание гемоглобина в гемолимфе) являются показателями кислородного режима и солёности водоема [10]. По И.К. Тодерашу [17] личиночные формы могут служить индикаторами сапробного состояния водоема. Вероятно, в данном случае, наличие гемоглобина, длинные заостренные вентральные отростки у личинок формы *fluviatilis* группы *obtusidens* являются приспособлением к илистым и песчано-илистым грунтам альфа-мезосапробной зоны.

Большую благодарность за помощь в исследовании морфологии и кариотипов хирономид автор выражает д.б.н. И.И. Кикнадзе, к.б.н. А.Г. Истоминой и д.б.н. Г.Н. Мисейко, особую благодарность, за обсуждение статьи – к.б.н. М.Т. Сириин.

Библиографический список

1. Безматерных, Д.М. Зообентос / Д.М. Безматерных, Г.Н. Мисейко // Река Барнаулка: экология, флора и фауна бассейна. – Барнаул: АлтГУ, 2000. – С. 135-146.
2. Безматерных, Д. М. Зообентос притоков Верхней Оби / Д.М. Безматерных // Ползуновский вестник. – 2004. – № 2. – С. 155-161.
3. Безматерных, Д.М. Кариотипы массовых видов хирономид / Д.М. Безматерных, Г.Н. Мисейко // Река Барнаулка: экология, флора и фауна бассейна. – Барнаул: АлтГУ, 2000. – С. 147-156.
4. Зинченко, Т.Д. Хирономиды поверхностных вод бассейна Средней и Нижней Волги (Самарская область). Эколого-фаунистический обзор / Т.Д. Зинченко. – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2002. – 174 с.
5. Зорина, О.В. Фауна, систематика и распространение комаров-звонцов трибы Chironomini (Diptera, Chironomidae) юга Российского Дальнего Востока: автореф. дис... к.б.н. / О.В. Зорина. – Владивосток, 2002. – 23 с.
6. Истомина, А.Г. Кариологический анализ видов Chironomus группы *obtusidens* Алтая (Diptera, Chironomidae) / А.Г. Истомина, И.И. Кикнадзе, М.Т. Сириин // Цитология. – 1999. – Т. 41, № 12. – С. 1022-1031.
7. Кариотип комара-звонца Chironomus heterodontatus Konstantinov из группы *obtusidens* (Diptera, Chironomidae) / С.И. Белянина, И.И. Кикнадзе, Н.В. Полуконова, М.Т. Сириин // Цитология. – 2000. – Т. 42, № 6. – С. 593-601.
8. Кариотипы и морфология личинок трибы Chironomini. Атлас / И.И. Кикнадзе, А.И. Шилова, И.Е. Керкис [и др.] – Новосибирск: Наука, 1991. – 115 с.
9. Кикнадзе, И.И. Кариотипы и хромосомный полиморфизм сибирских видов хирономид (Diptera, Chironomidae) / И.И. Кикнадзе, А.Г. Истомина // Сибирский экол. журн. – 2000, № 4. – С. 445-460.
10. Константинов, А.С. Биология хирономид и их разведение / А.С. Константинов // Тр. Саратов. отд-ния ВНИОРХ. – Т. 5. – Саратов: ВНИОРХ, 1958. – 358 с.
11. Константинов, А.С. К систематике рода Chironomus Meig. / А.С. Константинов // Тр. Саратов. отделения ВНИОРХ. – 1956. – Т. 4. – С. 155-191.
12. Мисейко, Г.Н. Видовой состав и экология хирономид Волгоградского водохранилища: автореф. дис... к.б.н. / Г.Н. Мисейко. – Саратов, 1966. – 23 с.
13. Панкратова, В.Я. Личинки и куколки комаров подсемейства Chironominae фауны СССР (Diptera, Chironomidae = Tendipedidae) / В.Я. Панкратова. – Л.: Наука, 1983. – 296 с.
14. Полуконова, Н. В. К диагнозу Chironomus heterodontatus Konstantinov // Экология, эволюция и систематика хирономид. – Тольятти, Борок, 1996. – С. 102-108.
15. Рузанова, А. И. Личинки хирономид Западной Сибири и их роль в питании рыб / А.И. Рузанова // Биологические ресурсы внутренних водоемов Сибири и Дальнего Востока. – М.: Наука, 1984. – С. 144-163.
16. Сириин, М.Т. Пути эволюции хирономид трибы Chironomini (Diptera, Chironomidae): дис... канд. биол. наук / М.Т. Сириин. – Новосибирск: ИЦиГ СО РАН, 1996. – 187 с.
17. Тодераш, И.К. Функциональное значение хирономид в экосистемах водоемов Молдавии / И. К. Тодераш. – Кишинев: Штиинца, 1984. – 172 с.
18. Шилова, А.И. Воспитание преимагинальных стадий хирономид до взрослых насекомых / А.И. Шилова, В.Я. Панкратова, Н.И. Зеленцов // Методическое пособие по изучению хирономид. – Душанбе: Дониш, 1982. – С. 23-30.
19. Шилова, А.И. К систематике *C. obtusidens* Goetgh. (Diptera, Chironomidae) / А.И. Шилова, Л. П. Гребенюк // Водные сообщества и биология гидробионтов. – Л.: Наука, 1985. – С. 91-104.
20. Шилова, А.И. К систематике рода *Tendipes* Mg. (Diptera, Chironomidae) / А.И. Шилова // Энтомолог. обозрение. – 1958. – Т. 37, № 8. – С. 434-451.
21. Шилова, А.И. Каталог хирономид рода Chironomus Meig. (Diptera, Chironomidae) России и бывших республик СССР / А.И. Шилова, Н.А. Шобанов // Экология, эволюция и систематика хирономид. – Тольятти, Борок: ИБВВ и ИЭВБ РАН, 1996. – С. 28-43.
22. Шилова, А.И. Современное состояние систематики хирономид / А.И. Шилова // Эволюция, видообразование и систематика хирономид. – Новосибирск, 1986. – С. 3-12.
23. Шобанов, Н.А. Объем и структура рода Chironomus Meig. (Diptera, Chironomidae): обзор мировой фауны / Н.А. Шобанов, А.И. Шилова, С.И. Белянина // Экология, эволюция и систематика хирономид. – Тольятти, Борок: ИБВВ и ИЭВБ РАН, 1996. – С. 44-96.
24. Chironomus sokolovae sp. nov. из группы *obtusidens* (Diptera, Chironomidae) / А.Г. Истомина, М.Т. Сириин, Н.В. Полуконова, И.И. Кикнадзе // Зоол. журн. – 2000. – Т. 79, № 8. – С. 928-938.
25. Goetghebuer, M. Chironomides de Belgique et spécialement de la zone des Flandres / M. Goetghebuer // Mem. Mus. Roy. Hist. natural. Belg. – 1921. – t 8, fasc. 4, mem. 31. – P. 1-208.
26. Wülker, W. Revision der Gattung Chironomus Meigen (Diptera). VIII. Arten mit Larven des fluviatilis-Typs (*obtusidens*-Gruppe): *C. acutiventris* n. sp. und *C. obtusidens* Goetgh. / W. Wülker, H.M. Ryser, A. Scholl // Revue suisse Zool. – 1983. – V. 90, № 3. – P. 725-745.

Материал поступил в редакцию 03.12.07.