

**ЛИЧИНКИ ХИРОНОМИД (DIPTERA, CHIRONOMIDAE) КАК ИНДИКАТОР
КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ**

И.В. Енущенко

*Лимнологический Институт СО РАН, ул. Улан-Баторская, 3, Иркутск, 664033, Россия.
E-mail: deschampsia@yandex.ru*

Исследованы видовой состав и структура таксоценозов личинок хирономид по их останкам в осадках озера Окинского плоскогорья. Зарегистрировано 19 таксонов личинок хирономид из четырех подсемейств – *Diamesinae* (2 вида), *Tanypodinae* (1 вид), *Orthocla-diinae* (9 видов) и *Chrinominae* (7 видов). На основе полученных данных проведен анализ изменения климатических условий последних 860 лет.

**NON-BITING MIDGES (DIPTERA, CHIRONOMIDAE)
AS INDICATOR OF CLIMATE CHANGES ON THE EAST SIBERIA**

I.V. Enushchenko

*Limnological Institute SB RAS, 3 Ulan-Batorskaya Str., Irkutsk, 664033, Russia.
E-mail: deschampsia@yandex.ru*

Species composition and structure of chironomid larvae communities by their fragments on the lake fossils of Okinskoye Plato (Russia, Republic of Buryatiya) were studied. Eighteen chironomid species by larvae from four subfamilies *Diamesinae* (2 species), *Tanypodinae* (1 species), *Orthocla-diinae* (9 species) and *Chrinominae* (7 species) are registered. Basing on the data obtained, the analysis of climate change for the last 860 years was performed.

Использование сохраняющихся в осадочных толщах озер остатков живых организмов в качестве показателей климатических изменений является одним из наиболее важных методов палеоэкологического исследования. Так, например, помимо пыльцы и спор в качестве индикаторных групп на протяжении уже довольно длительного времени используются диатомовые водоросли; все более популярным при проведении палеоэкологических исследований становится использование макроостатков личинок хирономид, на основании которых делаются количественные палеоклиматические реконструкции (Nyman et al., 2008; Mackay et al., 2012 и др.).

Летом 2010 года экспедицией лаборатории палеолимии Лимнологического института СО РАН был произведен отбор проб донных отложений небольшого озера, расположенного на водоразделе вблизи истока р. Иркут (Республика Бурятия, Окинский район). Озеро имеет протяженность 450 м, и ширину 350 м; располагается на высоте 2100 м над у. м. Понижение юго-восточной экспозиции, открывается в сторону долины р. Иркут. С северо-западного и юго-восточного направления в озеро втекает небольшой ручей.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Осадок отбирался с глубины 25 м с использованием пробоотборника Uwitec-Niederreiter. Длина полученного керна составила 44 см. Текстура осадка массивная, осадок плотный, представлен алевропелитом.

Донный осадок датирован на основе определения содержаний естественных радиоактивных изотопов ^{210}Pb , ^{226}Ra , ^{238}U , ^{232}Th , ^{40}K и техногенного ^{137}Cs в образцах. Продатированы горизонты 0–1, 2–3, 5–6, 8–9, 11–12, 14–15 см. В результате получено шесть дат: 1992, 1948, 1925, 1915, 1889, 1864, соответственно. Керна не содержит следов перерыва в осадконакоплении или катастрофического осадконакопления. Вследствие этого глубинно-возрастная модель для интервалов керна ниже 15 см строится на основе линейной экстраполяции скоростей осадконакопления для трех последних датированных горизонтов. Согласно этой модели нижний горизонт керна был сформирован примерно в 1150 году.

В целях реконструкции экологических условий, действующих в озере и за его пределами, нами был проведен хирономидологический анализ керна озерных отложений. С этой целью было отобрано 44 пробы по 1 см³ каждая. Осадок промывался на сите с размером ячеек 100 мкм. Оставшиеся в сите макроостатки просматривались под бинокляром МБС-10. Ментумы и целые головные капсулы личинок хирономид отбирались в глицерин на предметное стекло с лункой при помощи энтомологических булавочек № 00. Таксономический список хирономид озера строился на основе изучения выделенных макроостатков. В небольшом количестве материал помещался в глицерин на предметные стекла и просматривался под микроскопом МИКМЕД-6 при увеличении $\times 20$ и $\times 40$. Определение велось по основным таксономическим работам (Панкратова, 1970; Панкратова, 1977; Панкратова, 1980; Провиз, Провиз, 1999; Определитель насекомых..., 2006) и большому количеству статей, посвященным отдельным группам (Ekrem, 2004; Mendes et al., 2004 и др.).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В осадках исследованного озера нами выявлено 19 таксонов хирономид, принадлежащих четырем подсемействам (рис. 1): *Diamesinae*, *Tanypodinae*, *Orthocladiinae* и *Chironominae*. Последние два подсемейства в анализируемом керне представлены примерно одинаковым числом таксонов – 9 и 7, соответственно. Подсемейства *Diamesinae* и *Tanypodinae* в рассмотренной толще осадков представлены одним родом каждое. Однако род *Protanypus*, относящийся к *Diamesinae*, насчитывает здесь два вида, в то время как *Procladius* (подсемейство *Tanypodinae*) – 1 вид (рис. 2). Представители рода *Procladius* предпочитают эвтрофные водоемы. В значительно меньших количествах они могут встречаться в мезотрофных водоемах (Sæther, 1979; Линевиц, 1981). Представители рода *Protanypus* обитают только в холодных озерах и водотоках (Sæther, 1975a; Sæther, 1975b; Sæther, 1979; Макаренченко, 1982). Поэтому условия в исследуемом нами высокогорном олиготрофном озере для видов этого рода являются более благоприятными, чем для *Procladius*.

Аналогичная ситуация складывается и в подсемействе *Orthocladiinae*. Представители этого подсемейства в большинстве своем реофильные, холодолюбивые стенотермные организмы (Sæther, 1975a; Sæther, 1979; Панкратова, 1970). Однако есть среди них и обитатели мезо- и даже эвтрофных вод, такие как *Psectrocladius* gr. *sordidellus*. Наиболее холодолюбивые среди определенных нами ортокладии – это *Vivacriocotopus* sp., *Zalutschia* sp., *Corynoneura arctica*-type (рис. 2).

Представители *Chironominae* – преимущественно обитатели эвтрофных и мезотрофных водоемов (Sæther, 1979; Линевиц, 1981; Панкратова, 1980), либо являются эврибионтами (виды рода *Chironomus*). Из наиболее холодолюбивых стенотермных хирономин можно назвать *Micropsectra*, *Stempellina* и *Parakladopelma*.

В распределении хирономид вдоль керна наибольшую изменчивость численности и соотношения имеют *Heterotrissocladius* gr. *marcidus*, *Sergentia baueri*, *Tanytarsus* conf. *medius* и *Stempellina bausei*-type. Так в горизонтах, содержащих максимальное число головных капсул *Heterotrissocladius* gr. *marcidus* и *Sergentia baueri*, содержание макроостатков *Tanytarsus* conf. *medius* и *Stempellina bausei*-type минимально. Напротив, в горизонтах, где *Tanytarsus* conf. *medius* и *Stempellina bausei*-type представлены значительным числом макроостатков, встречаемость *Heterotrissocladius* gr. *marcidus* и *Sergentia baueri* заметно сни-

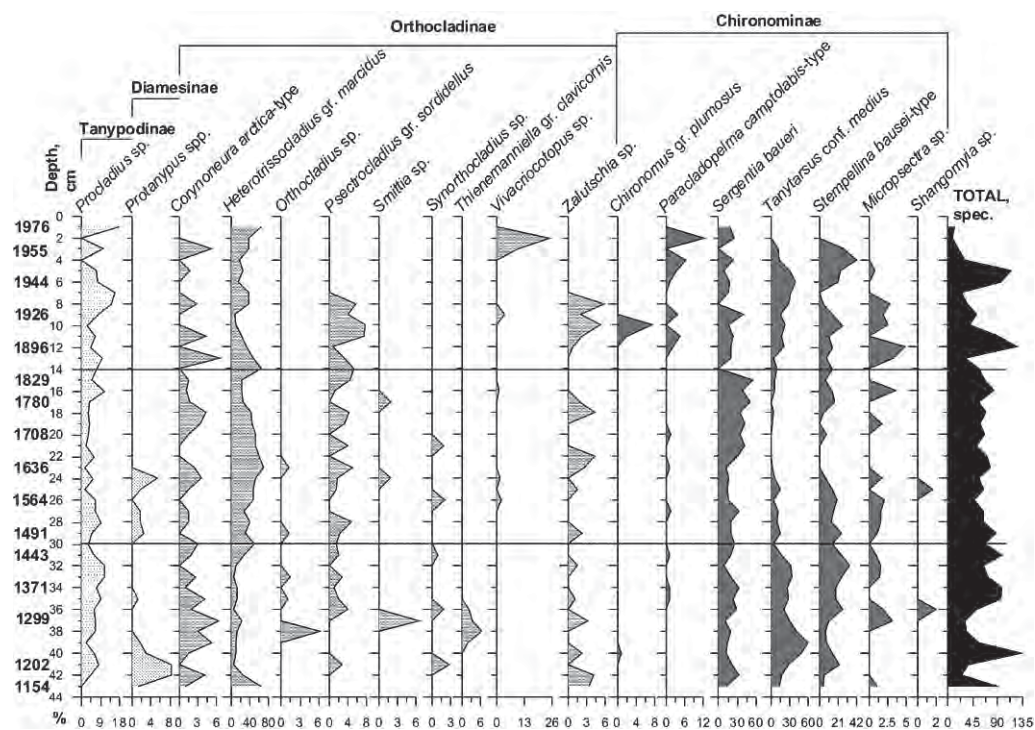


Рис. 1. Стратиграфическое распределение основных таксонов хирономид в колонке грунта исследованного озера.

жается. В целом в распределение хирономид можно выделить три зоны, соответствующие трем различным периодам в истории осадконакопления озера (рис. 1).

Видовой состав хирономид и их соотношение в зонах 1 и 3 во многом схожи. Вероятнее всего, соответствующие этим зонам, горизонты керна сформировались в схожих климато-гидрологических условиях. Наиболее значимые изменения отображает зона 2.

Личинки *Tanytarsus* conf. *medius* и *Stempellina bausei*-type являются типичными обитателями илистых грунтов мезотрофных водоемов. Однако в отличие от *Heterotrissocladus* gr. *marcidus* это теплолюбивые таксоны. Их процентное содержание в осадочных горизонтах второй зоны значительно ниже, по сравнению с первой и третьей зонами. Таким образом, можно предположить, что 14–30 см керна формировались в наиболее холодных климатических условиях. Об этом также может свидетельствовать большое количество макроостатков *Psectrocladius* gr. *sordidellus* в горизонтах керна, соответствующих рассматриваемой зоне. Данная группа видов в отношении к температуре является очень пластичной и ее представители могут обитать как в очень теплых, так и холодных водоемах. Однако в холодных водоемах представители этого рода имеют наибольшую биомассу.

Более мягкими, но еще довольно холодными условиями среды характеризуется время накопления 30–44 см осадочного чехла. Свидетельством этому является относительно равномерное распределение значительного числа головных капсул и ментумов *Corynoneura arctica*-type, *Zalutschia* sp., *Tanytarsus* conf. *medius* и *Stempellina bausei*-type. В то же самое время количество макроостатков *Heterotrissocladus* gr. *marcidus* и в меньшей мере *Sergentia baueri*, остается равномерно низким практически на всем протяжении рассматриваемой зоны.

Оценивая обилие и частоту встречаемости макроостатков *Protanypus* spp. в осадочных горизонтах зоны, мы считаем, что столь резкое их снижение (вплоть до исчезновения) на отрезке керна 30–44 см не могло быть вызвано изменением абиотических условий среды (в частности климата) и скорее является следствием каких-то биологических причин.

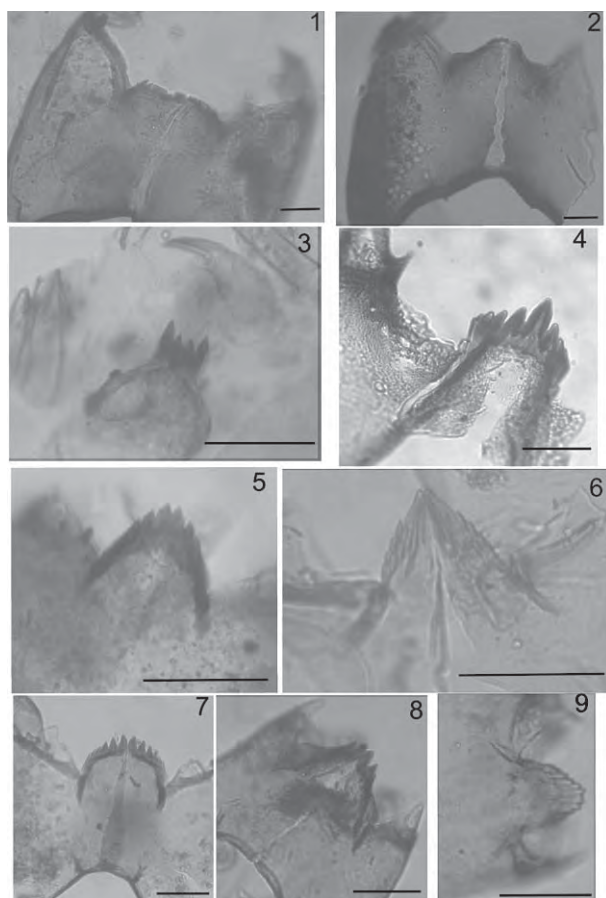


Рис. 2. Головные капсулы личинок хирономид.

- 1 – *Protanypus* sp.1;
 2 – *Protanypus* sp. 2;
 3 – *Procladius* sp.;
 4 – *Shangomyia* sp.;
 5 – *Psectrocladius* gr. *sordidellus*;
 6 – *Synorthocladius* sp.;
 7 – *Vivacriocotopus* sp.;
 8 – *Heterotrissocladius* gr. *marcidus*; 9 – *Corynoneura* sp.

Верхние 14 см свидетельствуют о значительно более теплых климатических условиях в период осадконакопления. На это указывает практически полное исчезновение макроостатков таких холодолюбивых личинок хирономид, как *Protanypus* и снижение количества, либо встречаемости *Micropsectra*, *Zalutschia*, *Corynoneura* в горизонтах кернa.

Согласно глубинно-возрастной модели, период накопления осадков зоны 2 соответствует малому ледниковому периоду, а зоны 1 – современному потеплению. И как следует из выше изложенного,

видовой состав хирономид довольно точно отображает эти глобальные климатические изменения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные нами данные хорошо согласуются с результатами других методов, выбранных для изучения кернa с целью реконструкции палеоклиматических изменений. Таким образом, личинки хирономид могут использоваться не только в качестве индикатора внутриводоемных, но и более обширных, масштабных факторов окружающей среды.

Благодарности

Автор благодарен заведующему Лабораторией палеолимнологии ЛИН СО РАН А.П. Федотову за помощь и поддержку при подготовке публикации. Особенно слова благодарности выражаю Е.А. Макаренку, О.В. Орел (Биолого-почвенный институт ДВО РАН, г. Владивосток) и В.И. Провиз (Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск) за ценные советы и всестороннюю помощь при определении хирономид.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы VIII.76.1.6, Интеграционного проекта СО РАН №50, гранта РФФИ- 13-05-00022

ЛИТЕРАТУРА

- Линевич А.А. 1981.** Хирономиды Байкала и Прибайкалья. Новосибирск: Наука. 152 с.
Макаренко Е.А. 1982. Хирономиды рода *Protanypus* Kieffer (Diptera, Chironomidae) Дальнего Востока СССР // Биология пресноводных животных Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. С. 125–144.

- Определитель насекомых Дальнего Востока России. 2006.** Двукрылые и блохи. Т. 6. Часть 4. Владивосток: Дальнаука. 936 с.
- Панкратова В.Я. 1970.** Личинки и куколки комаров подсемейства Orthocladiinae фауны СССР (Diptera, Chironomidae=Tendipedidae) // Определители по фауне СССР, издаваемые Зоологическим институтом АН СССР. Вып. 102. Л.: Наука. 344 с.
- Панкратова В.Я. 1977.** Личинки и куколки комаров подсемейств Podonominae и Tanypodinae фауны СССР (Diptera, Chironomidae=Tendipedidae) // Определители по фауне СССР, издаваемые Зоологическим институтом АН СССР. Вып. 112. Л.: Наука. 154 с.
- Панкратова В.Я. 1980.** Личинки и куколки комаров подсемейства Chironominae фауны СССР (Diptera, Chironomidae=Tendipedidae) // Определители по фауне СССР, издаваемые Зоологическим институтом АН СССР. Вып. 134. Л.: Наука. 296 с.
- Провиз В.И., Провиз Л.И. 1999.** Атлас и определитель хирономид рода *Sergentia* из озера Байкал. Новосибирск: Научно-издательский центр ОИГГМ СО РАН. 102 с.
- Ekrem T. 2004.** Immature stages of European *Tanytarsus* species I. The *eminulus*-, *gregarious*-, *lugens*-, and *mendax* species groups (Diptera, Chironomidae) // Mitt. Mus. Nat. kd. Berl., Dtsch. Entomol. Z. Bd 51, N 1. S. 97–146.
- Fedotov A.P., Vorobyeva S.S., Vershinin K.E., Nurgaliev D.K., Enushchenko I.V., Krapivina S.M., Tarakanova K.V., Ziborova G.A., Yassonov P.G., Borisov A.S. 2012a.** Climate changes in East Siberia (Russia) in the Holocene based on diatom, chironomid and pollen records from the sediments of Lake Kotokel // Journal of Paleolimnology. V. 47, N 4. P. 617–630.
- Fedotov A.P., Fedorin M.A., Enushchenko I.V., Vershinin K.E., Mengulov M.S., Khodzher T.V. 2012b.** A reconstruction of the thawing of the permafrost during the last 170 years on the Taimyr Peninsula (East Siberia, Russia) // Global and Planetary change. V. 98–99. P. 139–152.
- Fedotov A.P., Fedorin M.A., Enushchenko I.V., Vershinin K.E., Krapivina S.M., Vologina E.C., Petrovskii S.K., Melgunov M.S., Sklyarova O.A. 2013.** Drastic desalination of small lakes in East Siberia (Russia) in the early twentieth century: inferred from sedimentological, geochemical and palinological composition of small lakes // Environmental Earth sciences. V. 68. P. 1733–1744.
- Mackay A., Bezrukova E., Leng M., Maeney M., Nunes A., Piotrowska N., Self A., Shchetnikov A., Shilland E., Tarasov P., Wang L. 2012.** Aquatic ecosystem responses to Holocene climate change and biome development in boreal, central Asia. Quaternary Science Reviews. V. 41. P. 119–131.
- Mendes H., Andersen T., Sæther O.A. 2004.** New species of *Ichthyocladius* Fittkau, a member of the *Corynoneura*-Group (Diptera, Chironomidae, Orthocladiinae) with a review of the genus // Studies of Neotropical Fauna and Environment. V. 39, N 1. P. 15–35.
- Marjut N., Weckström J., Korhola A. 2008.** Chironomid response to environmental divers during the Holocene in a shallow treeline lake in northwestern Fennoscandia // The Holocene. V. 18, N 2. P. 215–227.
- Sæther O.A. 1975a.** Nearctic Chironomids as indicators of lake typology. Verhandlungen Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie. Stuttgart. Bd. 19. S. 3127–3133.
- Sæther O.A. 1975b.** Two new species of *Protanypus* Kieffer, with keys to Nearctic and Palaearctic species of genus (Diptera: Chironomidae) // Journal of the Fisheries Research Board of Canada, V. 32, N 3. P. 367–388.
- Sæther O.A. 1979.** Chironomid communities as water quality indicators // Holarctic Ecology. V. 2, N 2. P. 65–74.