

[Diel activity rhythms of hoverflies (Diptera, Syrphidae) in the southern trans-Urals]

Sorokina VS (2006)

Siberian Ecology Journal 4: 483-493

Introduction

The study of the daily activity of insects makes it possible to distinguish groups with different rhythms of activity. The general classification of rhythms of insect activity is reflected in the works of V. B. Chernyshev [1, 2]. The author analyzed the causes of variations in these rhythms, which consist mainly of changes in either the physiological state of the insect or environmental conditions. In addition, the rhythms of insect activity significantly depend on the geographical latitude and altitude above sea level. There are no similar works with respect to syrphids. The daily activity of hoverflies, namely the dependence of the flight of flies on climatic factors of the environment, has been studied by many [3-11]. These works show the influence of illumination, humidity, air temperature and wind speed on the activity of all hoverflies at the same time. However, the activity of flies of this family differs both at the generic and species levels, therefore, it is more correct to consider the influence of certain environmental factors on the flight of hoverflies separately in accordance with a certain rhythm. The identification of groups of hoverflies with different rhythms of activity was carried out in the territory of Lower Amur [4]. The author of this publication noted the different reactions of daytime and morning-evening hoverflies to the effects of climatic factors. In the conditions of Lower Amur, he attributed species from the genera *Platycheirus* and *Melanostoma* to morning-evening hoverflies, explaining such activity by the feeding of flies on anemophilous plants [4, 12].

For other territories, the activity of hoverflies has not been studied, and it is not clear whether the flight rhythms of species of this group are preserved, whether the hoverfly population as a whole changes over time, and what are the reasons for these changes. The aim of this work is to identify, in the conditions of the Southern Urals, groups of hoverflies with one or another rhythm of activity during the day. To solve it, the following tasks were set:

- 1) to study the dynamics of hoverfly flight in different seasons;
- 2) to identify the presence of ultradian periods;
- 3) to identify the similarity between different ultradian periods;
- 4) to determine the edificators of this similarity;
- 5) to identify the types of rhythms of hoverfly activity in the conditions of the Southern Urals.

Material & Methods

The results of daily counts conducted from May to September 2001-2002 in the Southern Urals were used to analyze the rhythms of syrphid activity. The Kurgan region occupies the largest part of the studied region. The Southern Urals includes the subtaiga belt of the Tyumen and Sverdlovsk regions, bordering the Kurgan region in the north [13].

The calculations were based on the data obtained from 28 daily counts. On average, 2-3 daily counts were conducted in each month using the methods of V. A. Mutin [6]. They are as follows:

- 1) on plants of a certain species, a permanent collector caught all anthophilic insects continuously, without removing them from the net individually, during the first 10 minutes of each hour during the daylight period, while the net was in a vertical position and the flies accumulated in the corner of the net;
- 2) from the flowers of plants of different species, as well as all those noticed among the grass, during the same time, a permanent collector caught only hoverflies.

The first method allows us to identify, in addition to the dynamics of insect flight during the day, the structure of the anthophilic complex of a certain plant species, but does not allow us to obtain reliable results regarding the nature of hoverfly flight during the day, since it is impossible to take into account all hoverfly species flying during this period on one plant species. The second method allows us to collect all hoverflies noticed from different plants in the entire survey area. The counting area is a strip of 100 m in length and 5-10 m in width among abundantly flowering herbaceous plants or shrubs.

In addition to the listed methods, an additional method of counting syrphids was used - sweep-netting all insects along the grass or flowering shrubs during the first 10 minutes of each hour during the daylight period of the day in a counting strip of the same size. When sweeping, 250 swings with a net were made. Insects were removed from the net after every 50 swings. This method allows us to count small dipterans, which are difficult to catch individually from flowers or plant leaves. A complete picture of the daily dynamics of syrphid flight can only be created by complex use of various counting methods.

Daily surveys were conducted in non-floodplain and floodplain wet meadows, in steppe, mesophytic (pin) meadows, in fallow lands and in gardens in the vicinity of the city of Kurgan, the village of Lisye (Lebyazhevsky district), the Iskra pasture (Zverinogolovsky district) and the Bogandinsky pasture (Tyumensky district). Anthophilous insects were collected from the following plant species during the daylight period: *Salix cinerea*, *Salix triandra*, *Caltha*

palustris, *Ranunculus repens*, *Sisymbrium loeselii*, *Cerasus vulgaris*, *Filipendula vulgaris*, *Spiraea crenata*, *Euphorbia virgata*, *Cenolophium denudatum*, *Heracleum sibiricum*, *Seseli libanotis*, *Taraxacum officinale* and *Tripolium pannonicum*. A total of 7,570 hoverfly specimens were collected and processed during the survey period.

Since hoverflies are diurnal insects, the term "diel rhythms" was used, which refers to rhythms lasting less than a day [14]. The boundaries of the diel periods were determined using the program for the classification of ordered objects [15]. The Jaccard coefficient modified by R. L. Naumov was adopted as a measure of similarity for quantitative characteristics [16]. Within each variant, there were 10-13 ten-minute segments of each hour (the total number of initial variants was 333). The initial variants of daily counts were averaged within three seasonal periods: May, June-July, and August-September. First, for each hour within these periods, chronologically ordered matrices of the similarity coefficients of the syrphid complexes were calculated separately. Then, the series of coefficients, without rearranging the variants in the series, was successively divided into two, three, etc. classes in such a way that the commonality within the classes was greatest and the similarity between them was least. In the calculations according to this program, similarity estimates are used not only between samples of adjacent chronological segments, but also of each sample with all the others in the analyzed series. This reduces the probability of drawing erroneous boundaries in the case of a sharp difference between two adjacent variants with a high similarity of the latter in a series of samples, i.e. with random, non-repeating differences in the series. The chronological series of syrphid complexes of each period is divided into six groups. Further division led to the isolation of individual samples as independent classes and is therefore considered inappropriate.

Dominant (predominant) species (dominants) were considered to be species whose abundance is more than 12% of the total [17]. The leading species (leaders) are the three most abundant species. Abundance (numerous) is the average number of individuals of a given species or group of species per unit of time (10 minutes of an hour) at the time of the study [18]. Species whose average abundance in terms of abundance is equal to or greater than one were considered background.

Mathematical processing of the materials was performed in the database of the Laboratory of Zoological Monitoring of the Institute of Ecology and Ecology of Animals SB RAS.

Results & Discussion

Boundaries of ultradian periods.

The first and most clearly expressed boundary of diel periods of hoverflies in June-July and in August-September occurs between 19:00 and 20:00, and in May shifted an hour earlier - between 18:00 and 19:00 (Table 1). In May, after 18:00, the abundance of *Chrysotoxum vernale*, *Syrphus ribesii*, *Eoseristalis arbustorum* and *Syrirta pipiens* sharply increased. From June to September, the occurrence of the boundary after 19:00 is due to a change in the abundance, towards an increase in such species as *Platycheirus clypeatus*, *P. fulviventris*, *P. immarginatus*, *Melanostoma scalare* and *Sphaerophoria scripta*. After a significant daytime break, *Eoseristalis abusiva* and *Parhelophilus frutetorum* reappear.

[Table 1: Boundaries of the diel periods of the syrphid population of the Southern Trans-Urals]

The second significant boundary is the morning one, common for May and August-September, between 8 and 9 a.m. The indicator species in this case were *Melanostoma scalare*, *Platycheirus clypeatus*, *P. fulviventris*, *Sphaerophoria scripta*, *Chrysotoxum festivum* and *Eristalinus sepulchralis*. These species began to be encountered before 8 a.m., but their abundance increased significantly only after this time. In June-July the boundary is shifted an hour earlier and passes between 7 and 8 a.m. Its occurrence is caused by an increase in the number of *Helophilus hybridus* almost threefold (from 0.7 to 2.3 individuals/count).

The next most common boundary determines the middle of the day, and is usually accompanied by simultaneous changes in many species. In each season this boundary falls at a different time: in May, between 13 and 14 pm; in June-July, between 12 and 13; in August-September, between 11 and 12. In May, the manifestation of this daytime boundary was caused by a significant decrease in the number of *Melanostoma scalare*, *Syrphus ribesii*, *Cheilosia pubera* and *Eoseristalis interrupta*, and *Platycheirus angustatus* ceased to be encountered at all. At the same time, after 13:00, other species appeared in significant quantities - *Parasyrphus nigratarsis*, *Ceriana conopsoides*, *Eoseristalis pseudorupium*, *Myathropa florea* - and the abundance of *Dasysyrphus venustus* sharply increased (from 0.8 to 4 individuals/count). In June-July, this daily boundary is associated with a change in the composition of the syrphid population. After 12, *Scaeva pyrastris*, *Cheilosia fraterna*, *Anasimyia lineata* and *Pipizella viduata*, previously encountered in significant quantities, were not recorded. In addition, the abundance of such species as *Chrysotoxum festivum*, *Cheilosia lasiopa* and *Ch. vulpina* significantly decreased, but the abundance of *Ceriana conopsoides* increased. In August-September, the daytime boundary is associated with a significant reduction in the number of such species active in the early hours, such as *Chrysotoxum festivum*, *Platycheirus fulviventris*, *Sphaerophoria scripta*, *Helophilus hybridus* and *Eoseristalis anthophorina*. After 11 am, the abundance of *Syrphus ribesii*, *S. vitripennis*, *Eoseristalis arbustorum*, *Eristalis tenax* and *Syrirta pipiens* increased.

In addition to the three main boundaries (morning, evening and daytime), in each season, less sharp boundaries were identified in the morning and evening, limiting the hourly interval. In May and in August-September, the morning boundary occurred at the same time - between 9 and 10 am. However, the ratio of syrphid species in

each of these periods is significantly different. In May after 9 am, the abundance of *Melanostoma scalare*, *Sphaerophoria scripta*, *Syrphus ribesii*, *Cheilosia pubera* and *Anasimyia interpuncta* increased significantly. Such previously abundant species as *Epistrophe nitidicollis*, *Eupeodes corollae* and *Eristalis tenax* were not recorded. In August-September, in contrast, the drawing of this boundary was due to a sharp decrease in the abundance of *Melanostoma scalare*, *Sphaerophoria scripta*, *Chrysotoxum festivum*, *Platycheirus clypeatus*, *P. fulviventris* and *Eristalinus sepulchralis*, but the abundance of *Myathropa florea* and representatives of the genus *Helophilus* increased significantly. In June-July, the boundary that separates late morning is shifted an hour earlier. It takes place between 8 and 9 a.m. and coincides with the first morning boundary of May and August-September. The indicator species of differences along this boundary can include *Chrysotoxum festivum*, the abundance of which increases significantly from 0.6 to 3 individuals/count, and somewhat less in *Eoseristalis arbustorum* from 0.6 to 1.2 individuals/count.

There is an additional gap that divides the evening into two segments - early and late evening. In May, the latter coincides with the first evening boundary and closes the period between 19 and 20 hours. After a certain daytime break, after 19 hours, *Melanostoma scalare*, *Chrysotoxum vernale*, *Eupeodes latifasciatus*, *Helophilus parallelus*, *Platycheirus peltatus*, *Malotta megilliformis* and *Neoascia tenax* appear again in large numbers. The June-July late evening boundary between 20 and 21 hours is characterized by the cessation of the flight of almost all hoverflies, with the exception of *Sphaerophoria scripta*. The evening boundary in August-September differs significantly in terms of passage time. It, like the daytime, is significantly shifted to an earlier time and is between 16:00 and 17:00. After 16:00, no representatives of the genus *Eupeodes* were found, the abundance of *Eoseristalis abusiva* and *E. arbustorum* noticeably decreased. At the same time, the number of *Syrpitta pipiens* doubled (from 3 to 6 individuals/count), representatives of the genus *Neoascia* became abundant, and after a significant period of absence, flies of the genus *Syrphus* were again significantly active.

Thus, the time of passage and the significance of the boundaries differ in spring, summer, and autumn. The boundaries of early morning and late evening in June-July are shifted to earlier and later hours in comparison with May and August-September, which is due to the lengthening of daylight hours and higher air temperatures. The period of daytime air warming in spring and autumn is extended, which affects the corresponding shift in time of morning and daytime activity of syrphids. Unlike the summer months, the boundaries of these periods are shifted to a later time, and the evening boundaries are passed much earlier. Significant differences in the passage of daytime boundaries are characteristic of August-September. The daytime period begins and ends earlier than in other months.

Despite the differences in the composition of species and their abundance ratio, the similarity of the boundaries of the diel periods of the syrphid population in the spring, summer and autumn periods is significant. Morning and evening boundaries are formed due to differences in the numbers and flight activity of such species as *Melanostoma scalare*, *Platycheirus clypeatus*, *P. fulviventris*, *P. immarginatus*, *Chrysotoxum festivum*, *Ch. vernale*, *Sphaerophoria scripta*, *Syrpitta pipiens* and *Helophilus parallelus*. Daytime boundaries are associated mainly with the appearance in significant numbers, and then a decrease in the activity of representatives of the genera *Eupeodes*, *Epistrophe*, *Eristalis*, *Myathropa*, *Ceriana* and *Cheilosia*. All this allows us to distinguish six diel periods for all seasons:

- 1) early morning;
 - 2) morning;
 - 3) late morning;
 - 4) daytime;
 - 5) evening;
 - 6) late evening
- (see Table 1).

[**Table 2:** Brief characteristics of the diel periods of syrphids in the South Urals

rows = daily periods (early morning, morning, late morning, daytime, evening, late evening)

cols = seasonal periods (May, June-July, August-Sept)

* the table shows the leading species (top 4 in abundance) on average for the period

**average total abundance (indivs/count); total number of spp recorded; number of background spp]

Quantitative characteristics of the diel periods of the syrphid population.

1. The **early morning period** is distinguished by the lowest indices of total abundance and species richness, including background (Table 2). The smallest number of species was found in May (4), the largest in August - September (13) (background - 6). In June-July, 8 species were recorded, of which 2 were background. The highest average total abundance is also characteristic of August - September (22 individuals/count), with significantly lower indicators noted for June - July and May (2 individuals/count). In May, only single specimens were found. In June-July, *Helophilus hybridus* and *Eoseristalis arbustorum* dominated, accounting for 57% of the total abundance of hoverflies. In August-September, these were *Sphaerophoria scripta*, *Platycheirus fulviventris*, *P. clypeatus* and *Eristalinus sepulchralis*, together making up 86% of the population.

2. The **morning period** is characterized by an increase in the activity of hoverflies, with a sharp increase in the number of species noted and the total abundance (see Table 2). The species composition became richer in all seasons. In general, from 20 to 30 species were noted in each of them. The total abundance increased by 3-5 times compared to the previous period. In May, the leading species were those that were encountered singly in the early

morning - *Melanostoma scalare*, *Syrphus ribesii* and *Helophilus parallelus* is again included in this number. They accounted for 45% of the total abundance. Among the named species, *Melanostoma scalare* dominated (16%). In June-July, the dominant species, as in the early morning period, included *Helophilus hybridus*, and from the Eristalinae *Eoseristalis abusiva* and *Eristalinus sepulchralis*. Together, they accounted for 56% of the total abundance. The composition of the dominant species in August-September is similar to that in the previous period. Together with hoverflies of the genera *Sphaerophoria* (45%) and *Platycheirus* (32%), *Chrysotoxum festivum* (5%) prevailed. In this season, the number of background species increased by 2.3 times, in May by three times, in June-July by only 1.5 times.

3. The **late morning period** is characterized by an even greater diversity of the species composition of hoverflies and a twofold increase in the total abundance in May and in June-July. In August-September, with a one and a half-fold increase in the number of species (from 30 to 42), the number of hoverflies decreases from 62 to 53 individuals / census. This decrease continued later, as did the number of background species, i.e. for the autumn season, the maximum number of hoverflies is characteristic of the morning period. This can be explained by the fact that in August-September the bulk of species ceased to be encountered, and the abundance of such summer-autumn and polyseasonal hoverflies as *Platycheirus clypeatus*, *P. fulviventris*, *Sphaerophoria scripta* and *Chrysotoxum festivum* increased significantly. The number of species in May increased 2.3 times. *Melanostoma scalare* (22% of the total abundance), *Sphaerophoria scripta* and *Cheilosia pubera* (14 and 12%, respectively) continued to dominate. In June-July, the species richness increased threefold compared to the previous period (from 20 to 60). During the summer and autumn seasons, *Chrysotoxum festivum* (19 and 8% of the total abundance, respectively, in June-July and August-September) and *Helophilus hybridus* (11 and 7%) were in the lead. In June-July, in addition to the named species, the leaders include *Myathropa florea* and *Eristalinus sepulchralis*, whose share was 13% of the population. In addition, it is necessary to note the appearance from 9 a.m. of representatives of the genera *Eupeodes*, *Epistrophe*, *Cheilosia*, *Eristalis*. In August, as in May, *Sphaerophoria scripta* (24%) and *Helophilus parallelus* (7%) were in the lead.

4. The **daytime period** is distinguished by the maximum diversity of species in all seasons. The number of background species almost doubles in May alone (from 7 to 13). The total abundance on average for the period changed slightly - from 19 to 20 individuals/count. At the same time, as in June-July and in August-September, against the background of an increase in the total number of species, the number of hoverflies decreased by 1.5 times, and the number of background species - by 1.2-1.5 times. Subsequently, the total abundance, the number of species and the number of background species from June to September continued to decrease. In this period in May, the leaders still include *Sphaerophoria scripta* (11%) and *Melanostoma scalare* (10%), as well as *Dasysyrphus venustus* (10%) and *Anasimyia interpuncta* (8%). In August-September, *Sphaerophoria scripta*, *Eristalinus sepulchralis* and *Syrirta pipiens* acted in this capacity, among which, as in May, *Sphaerophoria scripta* dominated (28%). *Eristalinus sepulchralis* and *Syrirta pipiens* together accounted for 19% of the total abundance. The last two species were also in the lead in June-July (21%). Among the eristalinae, *Eoseristalis abusiva* (17%) prevailed in June-July, and *Eoseristalis arbustorum* (11%) in August-September. *Helophilus hybridus* acted as the dominant for June-July, which also led in all the above-mentioned periods. It accounted for 12% of the total abundance. It should be noted that in June-July only at this time such species appeared as *Epistrophe diaphana* (Ztt. 1843), *Leucozona laternarius* and *Lejops vittatus*.

5. The **evening period** is distinguished by a significant reduction in the total and background number of species, as well as in the total abundance. A particularly sharp decrease in these indicators is noted in June-July. The number of species decreases almost 7 times (from 68 to 10), and the abundance - 6 times (from 11 to 2). *Helophilus hybridus* (30%) continues to dominate, joined by *Sphaerophoria scripta* (45%). It should be noted that the latter species was the leader only in June-July, while in August-September it was constantly dominant, and in May - only during the daytime. In May, the number of species in this period compared to the previous one decreased by 4 times (from 55 to 13), the abundance - by 1.4 times (from 20 to 14 individuals / count) and the number of background species decreased almost three times (from 13 to 5). *Chrysotoxum vernale* and *Syrphus ribesii* again acted as dominant species, which prevailed in the morning periods as well. They accounted for 29% of the total abundance. In addition to them, *Eoseristalis arbustorum* also dominated (21%), and *Syrirta pipiens* (7%) also entered the list of leaders. For August-September, the parameters under consideration are half as much. The composition of the leading species changes insignificantly. In addition to the dominants of the previous period (*Sphaerophoria scripta*, *Syrirta pipiens* and *Eristalinus sepulchralis*), which account for 63% of the total abundance, *Helophilus parallelus* (8%) was added.

6. The **late evening period** is characterized by a depletion of species composition in August-September (from 26 to 11) and especially in June-July, when only one species remains active - *Sphaerophoria scripta*. The leading species in August-September change significantly. Only *Sphaerophoria scripta* continued to prevail (29%), otherwise, as in the morning hours, hoverflies of the genus *Platycheirus* led. They account for 47. % of the total abundance. In May, this period of time was distinguished by a twofold increase in the total number of species, while the total abundance decreased by 1.4 times. The share of the dominant species of the previous period - *Chrysotoxum vernale* increased at this time and amounted to 25% of the total abundance. The composition of the remaining leaders changed. These included *Melanostoma scalare* (13%), which was dominant in almost all periods, *Helophilus parallelus* (10%), dominant in the morning, and *Neoascia tenur* (7%), which was noted for the first time as a leader.

Thus, the boundaries of the diel periods of the syrphid population largely coincide in May and August-September, despite significant differences in the population. The same periods differ in duration and start time in June-July. From May to September, there was a gradual change of syrphid complexes during the day, although each diel period was characterized by the same dominants. At the same time, in all seasons, the population of the morning and evening hours is most similar. Graphically, the intra-day change of syrphid complexes can be represented as a tilted flask (Fig. 1). In its rounded part there is a chain of successively different complexes of hoverflies flying in the late morning and afternoon. In its close parts along one arc there are morning complexes, along the other - evening ones. Thus, the greatest similarity of the species composition and abundance of hoverflies was observed in the early morning and late evening with a comparatively small abundance of hoverflies, and the periods of the remaining morning and evening hours and daytime are less similar.

[**Figure 1:** Diel periods of the syrphid population in the conditions of the Southern Trans-Urals. The numbers indicate the hours, the names of the daily periods are given near the diagram]

[**Figure 2:** Dependence of the activity of syrphids of some genera and species on the time of day. a: 1 = *Chrysotoxum*, 2 = *Helophilus*, 3 = *Cheilosia*; b: 4 = *Myathropa florea*, 5 = *Eupeodes*.]

Diel activity rhythms of syrphid activity

The period of daily activity of most syrphid species lasts from 8 to 20 hours. However, the peak of the population of each of them falls on a certain period. Based on the three main diel boundaries and the similarity of the population between periods, four rhythms of activity of hoverflies have been identified: morning, day, evening and morning-evening.

The maximum activity of hoverflies with a morning rhythm falls on average at 9-12 o'clock. This type is characteristic of hoverflies of the genera *Chrysotoxum*, *Cheilosia*, *Helophilus*, *Eupeodes*, and also *Myathropa florea* (Fig. 2). Representatives of the genus *Chrysotoxum* can be called typical morning species. The abundance of hoverflies of this genus at 9-10 am significantly exceeded that in the following hours, when flies were encountered singly. The other listed genera are characterized by a slight increase in numbers in the second half of the day - from 3 to 5 pm. Within the genus *Helophilus*, the greatest activity in the second half of the day is characteristic only of *H. parallelus* - at 3 pm.

The diurnal species include hoverflies, the maximum numbers of which were observed in the second half of the day - on average from 12 to 4 pm. These are representatives of the genera *Eristalis*, *Dasysyrphus* and *Eristalinus sepulchralis*, the period of activity of which extends from 10 to 4 p.m., as well as *Ceriana conopsoides* and hoverflies of the genera *Xylota*, *Neoascia*, most abundant at 12-1 pm (Fig. 3). It should be noted that in the Lower Amur region, the activity of flies of genera such as *Xylota* and *Neoascia* occurred at 12-13 pm [4]. Among the listed hoverflies, the shortest flight period - 8-9 hours - is characteristic of *Xylota* and *Ceriana conopsoides*, while the rest had a flight duration of about 13 hours. Although most Eristalinae have a diurnal rhythm, species such as *Eoseristalis anthophorina* and *Eristalis tenax* are most active between 9 and 12 am. Their maximum abundance was recorded at this time, after which their numbers noticeably decreased.

Some species of hoverflies showed a morning-evening rhythm of activity. Such hoverflies had two peaks of abundance - in the morning and in the evening (*Platycheirus*, *Melanostoma*), or three - the main two in the morning and in the evening and a small third in the daytime. The latter rhythm of activity is characteristic of representatives of the genera *Syrphus*, *Anasimyia*, *Parhelophilus* and *Volucella*, as well as *Episyrphus balteatus* and *Sphaerophoria scripta* (Fig. 4, 5). Despite the fact that the periods of increase in the abundance of these hoverflies do not coincide somewhat, for almost all of them the greatest abundance occurs in the morning (from 9 to 12 am) and evening (from 17 to 21 pm). However, *Sphaerophoria scripta* and hoverflies of the genus *Parhelophilus* are maximal after the morning rise between 15 and 17 h. In contrast, in the conditions of the Lower Amur region, representatives of the genus *Syrphus* were abundant during the daytime (10-13 h).

The earliest and latest time of activity is characteristic of *Platycheirus* and *Melanostoma*. The morning-evening rhythm of hoverflies of these genera is explained by the diet of most species, the basis of which is the pollen of anemophilous plants [4,12]. The anthers of such plants (sedges and cereals) open in the morning hours, and the high humidity of the pollen in the morning and evening, according to these authors, contributes to an increase in the attractiveness of the pollen for syrphids at this time. In our studies, the daily population dynamics of *Platycheirus* and *Melanostoma* turned out to be different in wet floodplain meadows in May and in non-floodplain meadows in August, although the activity of hoverflies in these seasonal periods is largely the same (Fig. 6). In the floodplain meadow in May, hoverflies were collected from marsh marigold flowers, and in August from forbs, including marsh rushes (*Eleocharis palustris*: Cyperaceae). Probably, the activity of hoverflies depends largely on the flowering time of all food plants, and not just sedges.

[**Figure 3:** Dependence of the activity of syrphids of some genera and species on the time of day. a: 1 = *Eristalis*, 2 = *Eristalinus sepulchralis*, 3 = *Dasysyrphus*; b: 4 = *Neoascia*, 5 = *Xylota*, b = *Ceriana conopsoides*.]

[**Figure 4:** a: 1 = *Platycheirus* + *Melanostoma*, 2 = *Syrphus*, 3 = *Episyrphus balteatus*; b: 4 = *Anasimyia*, 5 = *Volucella*, b = *Parhelophilus*]

[**Figure 5:** Dependence of the activity of *Syrphus pipiens* (1) and *Sphaerophoria scripta* (2) on time of day]

[**Figure 6:** Dependence of the activity of *Platycheirus* and *Melanostoma* on time of day in wet non-floodplain (1) and wet meadows of river floodplains (2)]

[**Figure 7:** Dependence of the activity of *Epistrophe* (1) and *Mallota* (2) on time of day]

It should be noted that, despite the morning-evening rhythm of activity of representatives of the genus *Volucella*, the maximum number of different species was observed at different times. Thus, *V. bombylans* was found in greater numbers from 8 to 9 am, while *V. pellucens* was more abundant in the evening - from 4 to 6 pm. *V. bombylans* in the Lower Amur region was also noted early - 5:30 am [4].

One species is known with an evening rhythm of activity in the Southern Urals - *Syrirta pipiens*. The total duration of the flight of flies of this species was 12 hours (see Fig. 5). From 9 am to 1 pm the abundance of this species gradually increased, then, after a general decline in numbers, it sharply increased and reached its maximum value at 5 pm. This is the time of the evening activity period in August-September, when *Syrirta pipiens* was numerous.

It should be noted that there is an abrupt change in the daily activity of the hoverflies of the genera *Epistrophe* and *Mallota* (Fig. 7). *Epistrophe* appeared throughout the entire daylight hours only in three time intervals - at 9 am to 11 am, 1 pm to 3 pm, and 5 pm to 7 pm. No flies were encountered in the intermediate hours. The total duration of the flight of *Epistrophe* was 11 hours. Representatives of the genus *Mallota* are generally characterized by a 14-hour flight period - from 8 am to 9 pm. During this period, the hoverflies were active at a certain hour. The diel cycle of syrphids of this genus takes the form of a five-peaked curve (see Fig. 7). A feature of *Mallota* activity is the appearance of flies late in the evening - at 9 pm, after a three-hour break.

Conclusions

1. In the spring-summer period, regardless of the month, syrphid complexes change in time.
2. Three main boundaries of the diel periods of syrphid flight were obtained - morning, evening and daytime. Additional boundaries that divide morning, day and evening into two segments led to the identification of six diel periods.
3. In the spring, summer and autumn seasons, the passage time and significance of the boundaries differ, and differences are also observed in the composition of hoverfly species and the ratio of their numbers. Despite this, the similarity between the boundaries of the diel periods of the hoverfly population in the spring, summer and autumn periods is significant.
4. The indicator species of the difference between the morning and evening boundaries were *Melanostoma scalare*, *Platycheirus clypeatus*, *P. fulviventris*, *P. immarginatus*, *Chrysotoxum festivum*, *Ch. vernale*, *Sphaerophoria scripta*, *Syrirta pipiens* and *Helophilus parallelus*. The daytime boundaries are associated with an increase and then a sharp decrease in the number of representatives of the genera *Eupeodes*, *Epistrophe*, *Eristalis*, *Myathropa*, *Ceriana* and *Cheilosia*.
5. The greatest similarity in the species composition and abundance of hoverflies was observed in the early morning and late evening, less similar were the periods of the remaining morning and evening hours and daytime.
6. Based on the significant diel boundaries of the hoverfly flight periods and the similarity between the periods, four rhythms of hoverfly activity were identified: morning, daytime, evening and morning-evening. Hoverflies of the genera *Epistrophe* and *Mallota* are characterized by a distinctly jerky pattern of activity during the day (cf. Fig 7).

Ультрадианные ритмы активности мух-журчалок (Diptera, Syrphidae) в условиях Южного Зауралья

В. С. СОРОКИНА

Институт систематики и экологии животных СО РАН
630091 Новосибирск, ул. Фрунзе, 11

АННОТАЦИЯ

По результатам анализа суточного изменения обилия мух-журчалок выделены три основные границы ультрадианных периодов лёта журчалок – утренняя, дневная и вечерняя. Время прохождения и значимость границ отличаются в весеннее, летнее и осеннее время. С помощью классификации упорядоченных объектов выявлено шесть общих ультрадианных периодов, для каждого из которых приводится количественная характеристика населения журчалок. Наибольшее сходство видового состава и обилия сирфид прослежено ранним утром и поздним вечером. Выделено четыре ритма активности мух-журчалок: утренний, дневной, вечерний и утренне-вечерний. Для журчалок родов *Epistrophe* и *Mallota* свойствен отличный от остальных родов скачкообразный характер активности в течение дня.

ВВЕДЕНИЕ

Изучение суточной активности насекомых позволяет выделять группы с разными ритмами активности. Общая классификация ритмов активности насекомых отражена в работах В. Б. Чернышева [1, 2]. Автор проанализировал причины вариаций этих ритмов, которые заключаются главным образом в изменении либо физиологического состояния насекомого, либо условий среды. Кроме того, ритмы активности насекомых существенно зависят от географической широты и высоты над уровнем моря. В отношении сирфид подобных работ нет. Суточную активность журчалок, а именно зависимость лёта мух от климатических факторов среды, изучали многие [3–11]. В этих работах показано влияние освещенности, влажности, температуры воздуха и скорости ветра на активность всех журчалок одновременно. Однако активность мух этого семейства различается как на родовом, так и на видовом уровне, поэтому корректнее рассматривать влияние тех

или иных факторов среды на лёт журчалок в отдельности в соответствии с определенным ритмом. Выделение групп сирфид с различным ритмом активности проведено на территории Нижнего Приамурья [4]. Автор этой публикации отметил различную реакцию на действие климатических факторов дневных и утренне-вечерних сирфид. К утренне-вечерним сирфидам в условиях Нижнего Приамурья он отнес виды из родов *Platycheirus* и *Melanostoma*, объяснив такую активность питанием мух на анемофильных растениях [4, 12].

Для других территорий активность журчалок не изучена, и не ясно, сохраняются ли ритмы лёта у видов данной группы, изменяется ли население сирфид в целом во времени и каковы причины этих изменений. Цель настоящей работы – выявление в условиях Южного Зауралья групп сирфид с тем или иным ритмом активности в течение дня. Для решения ее поставлены следующие задачи: 1) изучить динамику лёта журчалок в разные сезоны; 2) выявить наличие ультрадианных периодов; 3) выявить сходство меж-

ду разными ультрадианными периодами; 4) определить эдификаторов этого сходства; 5) выявить типы ритмов активности сирфид в условиях Южного Зауралья.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для анализа ритмов активности сирфид использованы результаты суточных учетов, проведенных с мая по сентябрь 2001–2002 гг. на территории Южного Зауралья. Большую часть исследуемого региона занимает Курганская область. В пределы Южного Зауралья включены подтаежная полоса Тюменской и Свердловской областей, граничащих с Курганской областью на севере [13].

Для расчетов использованы показатели, полученные на 28 суточных учетах. В каждом месяце в среднем проведено по 2–3 суточных учета по методикам В. А. Мутина [6]. Они заключаются в следующем: 1) на растениях определенного вида постоянный сборщик отлавливал всех антофильных насекомых непрерывно, не вынимая из сачка поштучно, в течение первых 10 мин каждого часа на протяжении светового периода суток, при этом сетка сачка находилась в вертикальном положении и мухи скапливались в углу сачка; 2) с цветков растений разных видов, а также всех замеченных среди травостоя в течение этого же времени постоянный сборщик отлавливал только сирфид. Первый метод позволяет выявить кроме динамики лёта насекомых в течение дня структуру антофильного комплекса определенного вида растений, однако не позволяет получить достоверные результаты относительно характера лёта сирфид в течение дня, поскольку на одном виде растений невозможно учесть все летающие в этот период виды журчалок. Второй метод позволяет собирать с разных растений всех замеченных сирфид на всей учетной площадке. Учетный участок – полоса протяженностью 100 м и шириной 5–10 м среди обильно цветущих травянистых растений или кустарников.

Кроме перечисленных методов применен дополнительный способ учета сирфид – кошение всех насекомых по травостою либо цветущим кустарникам в течение первых 10 мин каждого часа на протяжении свето-

вого периода суток на учетной полосе того же размера. При кошении производили 250 взмахов сачком. Насекомых из сачка вынимали после каждых 50 взмахов. Этот метод позволяет учитывать мелких двукрылых, которых сложно отлавливать индивидуально с цветков или листьев растений. Полную картину суточной динамики лёта сирфид может создать лишь комплексное использование различных методов учета.

Суточные учеты проведены на внепойменных и пойменных сырых лугах, на остепненных, мезофитных (приколочных) лугах, на залежах и в садах в окрестностях г. Курган, с. Лисье (Лебяжьеvский р-н), пос. Искра (Звериноголовский р-н) и пос. Богандинский (Тюменский р-н). Антофильные насекомые на протяжении светового периода суток собраны со следующих видов растений: *Salix cinerea*, *Salix triandra*, *Caltha palustris*, *Ranunculus repens*, *Sisymbrium loeselii*, *Cerasus vulgaris*, *Filipendula vulgaris*, *Spiraea crenata*, *Euphorbia virgata*, *Cenolophium denudatum*, *Heracleum sibiricum*, *Seseli libanotis*, *Taraxacum officinale*, *Tripolium pannonicum*. Всего за период учетов собрано и обработано 7570 экз. мух-журчалок.

Поскольку сирфиды относятся к дневным насекомым, использовано понятие “ультрадианные ритмы”, под которым понимаются ритмы с протяженностью менее суток [14].

Выяснение границ ультрадианных периодов проведено с использованием программы классификации упорядоченных объектов [15]. В качестве меры сходства принят коэффициент Жаккара в модификации Р. Л. Наумова для количественных признаков [16]. В пределах каждого варианта оказалось по 10–13 десятиминутных отрезков каждого часа (общее число исходных вариантов составило 333). Исходные варианты суточных учетов усредняли в пределах трех сезонных периодов: за май, июнь–июль и август–сентябрь. Сначала для каждого часа в пределах этих периодов в отдельности рассчитаны хронологически упорядоченные матрицы коэффициентов сходства сирфидокомплексов. Затем ряд коэффициентов без права перестановки вариантов в ряду последовательно разделен на два, три и т. д. класса таким образом, чтобы общность внутри классов была

наибольшей, а сходство между ними наименьшим. При расчетах по этой программе используются оценки сходства не только между пробами соседних хронологических отрезков, но и каждой пробы со всеми остальными по анализируемому ряду. Это снижает вероятность проведения ошибочных границ в случае резкого отличия двух соседних вариантов при высоком сходстве последних в ряду проб, т. е. при случайных, не повторяющихся отличиях в ряду. Хронологический ряд сирфидокомплексов каждого периода разделен на шесть групп. Дальнейшее деление приводило к вычленению в качестве самостоятельных классов отдельных проб и поэтому признано нецелесообразным.

Доминирующими (преобладающими) видами (доминантами) считались виды, обилие которых составляет более 12 % суммарного [17]. К лидирующим видам (лидерам) отнесены три первых по обилию вида. Обилие (численность) – среднее число особей данного вида или группы видов, приходящееся на единицу времени (10 мин часа) в момент исследования [18]. Виды, среднее обилие которых в пересчете равно или больше единицы, считались фоновыми.

Математическая обработка материалов выполнена в банке данных Лаборатории зоологического мониторинга ИСиЭЖ СО РАН.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Границы ультрадианных периодов. Первая и наиболее ярко выраженная граница ультрадианных периодов мух-журчалок в июне-июле и в августе-сентябре проходит между 19 и 20 ч, а в мае она смещена на час раньше – между 18 и 19 ч (табл. 1). В мае после 18 ч резко возрастала численность *Chrysotoxum vernale*, *Syrphus ribesii*, *Eristalis arbustorum*, *Syrphid pipiens*. С июня по сентябрь возникновение границы после 19 ч обусловлено изменением обилия в сторону увеличения таких видов, как *Platycyberus clypeatus*, *P. fulviventris*, *P. immarginatus*, *Melanostoma scalare*, *Sphaerophoria scripta*. После значительного дневного перерыва вновь появлялись *Eristalis abusiva*, *Parhelophilus frutatorum*.

Вторая значимая граница – утренняя, единая для мая и августа-сентября. Она про-

Т а б л и ц а 1
Границы ультрадианных периодов населения сирфид Южного Зауралья

Май	Раннее утро		Утро	Позднее утро	День	Вечер	Поздний вечер									
	Раннее утро	Утро					Вечер	Поздний вечер								
Июнь-июль	Раннее утро	Утро	Позднее утро	Позднее утро	День	Вечер	Вечер	Поздний вечер								
		утро						Поздний вечер								
Август-сентябрь	Раннее утро	Утро	Позднее утро	Позднее утро	День	Вечер	Вечер	Поздний вечер								
									Утро							
Часы	7 (с 6.30)	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22

ходит между 8 и 9 ч утра. Эдификаторами в этом случае явились *Melanostoma scalare*, *Platycheirus clypeatus*, *P. fulviventris*, *Sphaerophoria scripta*, *Chrysotoxum festivum*, *Eristalinus sepulchralis*. Эти виды начинали встречаться раньше 8 ч, но их обилие сильно возрастало лишь после этого времени. В июне-июле граница смещена на час раньше и проходит между 7 и 8 ч. Ее возникновение обусловлено увеличением численности *Helophilus hybridus* почти втрое (с 0,7 до 2,3 особей/учет).

Следующая по степени общности граница, определяющая середину дня, в большей части сопровождается изменениями по многим видам одновременно. В каждый сезон эта граница приходится на разное время: в мае – между 13 и 14 ч, в июне-июле – между 12 и 13, в августе-сентябре – между 11 и 12 ч. В мае проявление дневной границы было вызвано значительным сокращением численности *Melanostoma scalare*, *Syrphus ribesii*, *Cheilosia pubera*, *Eristalis interrupta*, а вид *Platycheirus angustatus* вообще переставал встречаться. Вместе с тем после 13 ч в значительном количестве появлялись другие виды – *Parasyrphus nigratarsis*, *Ceriana conopsoides*, *Eristalis pseudorupium*, *Myathropa florea*, резко повышалось обилие *Dasysyrphus venustus* (с 0,8 до 4 особей/учет). В июне-июле дневная граница связана со сменой состава населения сирфид. После 12 ч не отмечены *Scaeva pyrastris*, *Cheilosia fraterna*, *Anasimyia lineata*, *Pipizella viduata*, ранее встречавшиеся в значительном количестве. Кроме того, существенно понижалось обилие таких видов, как *Chrysotoxum festivum*, *Cheilosia lasiopa*, *Ch. vulpina*, но увеличивалось обилие *Ceriana conopsoides*. В августе-сентябре дневная граница связана со значительным сокращением численности таких активных в ранние часы видов, как *Chrysotoxum festivum*, *Platycheirus fulviventris*, *Sphaerophoria scripta*, *Helophilus hybridus*, *Eristalis anthophorina*. После 11 ч росло обилие *Syrphus ribesii*, *S. vitripennis*, *Eristalis arbustorum*, *E. tenax*, *Syrpitta pipiens*.

Кроме трех основных границ (утренней, вечерней и дневной), в каждом сезоне выявлены менее резкие границы утром и вечером, ограничивающие часовой промежуток. В мае и в августе-сентябре утренняя граница проходит в одно время – между 9 и

10 ч. Однако соотношение видов сирфид в каждом из этих периодов существенно отличается. В мае после 9 ч значительно повышалось обилие *Melanostoma scalare*, *Sphaerophoria scripta*, *Syrphus ribesii*, *Cheilosia pubera*, *Anasimyia interpuncta*. Не отмечены такие раньше встречавшиеся в значительном количестве виды, как *Epistrophe nitidicollis*, *Eupeodes corolle*, *Eristalis tenax*. В августе-сентябре проведение этой границы обусловлено, напротив, резким снижением численности *Melanostoma scalare*, *Sphaerophoria scripta*, *Chrysotoxum festivum*, *Platycheirus clypeatus*, *P. fulviventris*, *Eristalinus sepulchralis*. В отличие от них обилие *Myathropa florea* и представителей рода *Helophilus* существенно возрастает. В июне-июле граница, которая отделяет позднее утро, смещена на час раньше. Она проходит между 8 и 9 ч и совпадает с первой утренней границей мая и августа-сентября. Эдификаторами различий по этой границе можно назвать *Chrysotoxum festivum*, обилие которого повышается значительно – с 0,6 до 3 особей/учет, и несколько меньше у *Eristalis arbustorum* – с 0,6 до 1,2 особей/учет.

Кроме того, дополнительный разрыв делит вечер на два отрезка – ранний и поздний вечер. В мае последний из них совпадает с первой вечерней границей и замыкает период между 19 и 20 ч. После некоторого дневного перерыва после 19 ч в большом количестве вновь появлялись *Melanostoma scalare*, *Chrysotoxum vernale*, *Eupeodes latifasciatus*, *Helophilus parallelus*, *Platycheirus peltatus*, *Malotta megilliformis*, *Neosascia tenur*. Июньско-июльская граница позднего вечера между 20 и 21 ч характеризуется прекращением лёта практически всех сирфид, за исключением *Sphaerophoria scripta*. Существенно отличается по времени прохождения вечерняя граница в августе-сентябре. Она, как и дневная, значительно смещена на более раннее время и находится между 16 и 17 ч. После 16 ч не встречены представители рода *Eupeodes*, заметно понижалось обилие *Eristalis abusiva* и *E. arbustorum*. Вместе с тем численность *Syrpitta pipiens* увеличивалась вдвое (с 3 до 6 особей/учет), обильными становились представители рода *Neosascia*, после значительного периода отсутствия вновь значительно были активны мухи рода *Syrphus*.

Таким образом, время прохождения и значимость границ отличаются в весеннее, летнее и осеннее время. Границы раннего утра и позднего вечера в июне-июле смещены на более ранние и более поздние часы в сравнении с маем и августом-сентябром, что обусловлено удлинением светового дня и более высокими температурами воздуха. Период дневного прогревания воздуха весной и осенью растягивается, что сказывается на соответствующем смещении во времени утренней и дневной активности сирфид. В отличие от летних месяцев границы этих периодов сдвинуты на более позднее время, а вечерние границы проходят значительно раньше. Существенные отличия в прохождении дневных границ характерны для августа-сентября. Дневной период наступает и заканчивается раньше, чем в остальные месяцы.

Несмотря на различия в составе видов и соотношении их численности, сходство границ ультрадианных периодов населения мух-журчалок весеннего, летнего и осеннего периодов существенно. Утренние и вечерние границы формируются за счет перепадов численности и активности лета таких видов, как *Melanostoma scalare*, *Platycheirus clypeatus*, *P. fulviventris*, *P. immarginatus*, *Chrysotoxum festivum*, *Ch. vernale*, *Sphaerophoria scripta*, *Syrphid pipiens*, *Helophilus parallelus*. Дневные границы связаны преимущественно с появлением в значительном количестве, а затем снижением активности представителей родов *Eupeodes*, *Epistrophe*, *Eristalis*, *Myathropa*, *Ceriana*, *Cheilosia*. Все это позволяет выделить для всех сезонов шесть ультрадианных периодов: 1) раннеутренний; 2) утренний; 3) позднеутренний; 4) дневной; 5) вечерний; 6) поздне-вечерний (см. табл. 1).

Количественная характеристика ультрадианных периодов населения мух-журчалок.

1. Раннеутренний период отличается самыми низкими показателями суммарного обилия и видового богатства, в том числе фонового (табл. 2). Наименьшее число видов встречено в мае - 4, наибольшее в августе-сентябре - 13 (фоновых - 6). В июне-июле зарегистрировано 8 видов, из которых 2 фоновых. Наиболее высокое среднее суммарное обилие характерно также для августа - сентября - 22 особи/учет, значительно меньшие показатели отмечены для июня - июля и мая -

2 особи/учет. В мае встречались только единичные экземпляры. В июне-июле доминировали *Helophilus hybridus* и *Eristalis arbutorum*, на долю которых пришлось 57 % от суммарного обилия журчалок. В августе-сентябре это *Sphaerophoria scripta*, *Platycheirus fulviventris*, *P. clypeatus*, *Eristalinus sepulchralis*, вместе составляющие 86 % населения.

2. Утренний период характеризуется повышением активности журчалок, резко увеличивается количество отмеченных видов и суммарного обилия (см. табл. 2.). Видовой состав становился богаче во всех сезонах. В целом отмечено от 20 до 30 видов в каждом из них. Суммарное обилие в сравнении с предыдущим периодом увеличивалось в 3-5 раз. В мае лидировали виды, которые единично встречались ранним утром, - *Melanostoma scalare*, *Syrphus ribesii*, и вновь входит в это число *Helophilus parallelus*. На их долю пришлось 45 % от суммарного обилия. Среди названных видов доминировал *Melanostoma scalare* (16 %). В июне-июле в число доминирующих видов, как и в раннеутреннем периоде, входит *Helophilus hybridus*, а из эристаллин - *Eristalis abusiva* и *Eristalinus sepulchralis*. Вместе они составили 56 % суммарного обилия. Состав доминирующих видов в августе-сентябре сходен с таковым в предыдущем периоде. Вместе с журчалками родов *Sphaerophoria* (45 %) и *Platycheirus* (32 %) преобладал *Chrysotoxum festivum* (5 %). В этом сезоне число фоновых видов увеличивалось в 2,3 раза, в мае - в три, в июне-июле - всего в 1,5 раза.

3. Позднеутренний период характеризуется еще большим разнообразием видового состава журчалок и двукратным возрастанием суммарного обилия в мае и в июне-июле. В августе-сентябре при полуторакратном увеличении числа видов (с 30 до 42) численность сирфид уменьшается с 62 до 53 особей/учет. В дальнейшем это снижение продолжалось, так же как и числа фоновых видов, т. е. для осеннего сезона максимальная численность журчалок свойственна утреннему периоду. Это можно объяснить тем, что в августе - сентябре основная масса видов переставала встречаться, а обилие таких летне-осенних и полисезонных журчалок, как *Platycheirus clypeatus*, *P. fulviventris*, *Sphaerophoria scripta*, *Chrysotoxum festivum*, зна-

Краткая характеристика ультрадианных периодов сирфид* Южного Зауралья

Суточный период	Сезонный период		
	Май	Июнь-июль	Август-сентябрь
Раннеутренний	<i>Melanostoma scalarae</i>	<i>Helophilus hybridus</i>	<i>Sphaerophoria scripta</i>
	<i>Chrysotoxum vernale</i>	<i>Eristalis arbustorum</i>	<i>Platycheirus fulviventris</i>
	<i>Syrphus ribesii</i>		<i>Platycheirus clypeatus</i>
	<i>Eristalis interrupta</i>		<i>Eristalinus sepulchralis</i>
	2; 4; 0**	2; 8; 2	22; 13; 6
Утренний	<i>Melanostoma scalarae</i>	<i>Helophilus hybridus</i>	<i>Sphaerophoria scripta</i>
	<i>Helophilus parallelus</i>	<i>Eristalinus sepulchralis</i>	<i>Chrysotoxum festivum</i>
	<i>Syrphus ribesii</i>	<i>Eristalis abusiva</i>	<i>Platycheirus fulviventris</i>
	10; 21; 3	9; 20; 3	<i>Platycheirus clypeatus</i>
Позднеутренний	<i>Melanostoma scalarae</i>	<i>Chrysotoxum festivum</i>	<i>Sphaerophoria scripta</i>
	<i>Sphaerophoria scripta</i>	<i>Helophilus hybridus</i>	<i>Chrysotoxum festivum</i>
	<i>Cheilosia pubera</i>	<i>Myathropa florea</i>	<i>Helophilus parallelus</i>
	<i>Syrphus ribesii</i>	<i>Eristalinus sepulchralis</i>	<i>Helophilus hybridus</i>
	19; 48; 7	16; 60; 9	53; 42; 15
Дневной	<i>Dasysyrphus venustus</i>	<i>Helophilus hybridus</i>	<i>Sphaerophoria scripta</i>
	<i>Sphaerophoria scripta</i>	<i>Eristalinus sepulchralis</i>	<i>Eristalinus sepulchralis</i>
	<i>Melanostoma scalarae</i>	<i>Eristalis abusiva</i>	<i>Eristalis arbustorum</i>
	<i>Anasimyia interpuncta</i>	<i>Syrirta pipiens</i>	<i>Syrirta pipiens</i>
	20; 55; 13	11; 68; 6	39; 46; 13
Вечерний	<i>Chrysotoxum vernale</i>	<i>Sphaerophoria scripta</i>	<i>Sphaerophoria scripta</i>
	<i>Syrphus ribesii</i>	<i>Helophilus hybridus</i>	<i>Syrirta pipiens</i>
	<i>Eristalis arbustorum</i>		<i>Eristalinus sepulchralis</i>
	<i>Syrirta pipiens</i>		<i>Helophilus parallelus</i>
	14; 13; 5	2; 10; 2	21; 26; 8
Поздневечерний	<i>Chrysotoxum vernale</i>	<i>Sphaerophoria scripta</i>	<i>Platycheirus fulviventris</i>
	<i>Helophilus parallelus</i>		<i>Sphaerophoria scripta</i>
	<i>Neoascia tenur</i>		<i>Platycheirus clypeatus</i>
	<i>Melanostoma scalarae</i>		<i>Platycheirus immarginatus</i>
	10; 16; 7	0,3; 1; 0	17; 11; 6

*В таблице приведены названия лидирующих видов (первых четырех по обилию) в среднем по периоду.

**Среднее суммарное обилие (особей/учет); всего отмечено видов; количество фоновых видов.

чительно росло. Число видов в мае возрас-
тало в 2,3 раза. По-прежнему доминировали
Melanostoma scalare (22 % от суммарного оби-
лия), *Sphaerophoria scripta* и *Cheilosia pubera*
(14 и 12 % соответственно). В июне-июле ви-
довое богатство по сравнению с предыдущим
периодом трехкратно повышалось (с 20 до
60). На протяжении летнего и осеннего сезо-
нов в это время лидировали *Chrysotoxum*
festivum (19 и 8 % суммарного обилия соот-
ветственно в июне-июле и августе-сентяб-

ре) и *Helophilus hybridus* (11 и 7 %). В июне-
июле помимо названных видов в число ли-
деров входят *Myathropa florea* и *Eristalinus*
sepulchralis, доля которых составила 13 %
населения. Кроме того, необходимо отметить
появление с 9 ч представителей родов *Eureo-*
des, *Epistrophe*, *Cheilosia*, *Eristalis*. В августе,
как и в мае, лидировали *Sphaerophoria scrip-
ta* (24 %) и *Helophilus parallelus* (7 %).

4. Дневной период отличается максималь-
ным разнообразием видов во всех сезонах.

Количество фоновых видов возрастает почти вдвое только в мае (с 7 до 13). Суммарное обилие в среднем по периоду изменялось незначительно – с 19 до 20 особей/учет. В то же время, как и в июне–июле и в августе–сентябре, на фоне увеличения общего числа видов численность журчалок снижалась в 1,5 раза, а количество фоновых видов – в 1,2–1,5 раза. В дальнейшем общее обилие, число видов и количество фоновых видов с июня по сентябрь продолжали понижаться. В этом периоде в мае в число лидеров по-прежнему входят *Sphaerophoria scripta* (11 %) и *Melanostoma scalare* (10 %), а также *Dasy-syrphus venustus* (10 %) и *Anasimyia inter-puncta* (8 %). В августе–сентябре в этом качестве выступили *Sphaerophoria scripta*, *Eris-talinus sepulchralis* и *Syrirta pipiens*, среди которых, как и в мае, доминировал *Sphaero-phoria scripta* (28 %). На долю *Eristalinus se-pulchralis* и *Syrirta pipien* вместе пришлось 19 % суммарного обилия. Последние два вида лидировали также в июне–июле (21 %). Среди эристаллин в июне–июле преобладал *Eristalis abusiva* (17 %), в августе–сентябре – *Eristalis arbustorum* (11 %). В качестве доми-нанты для июня–июля выступил *Helophilus hybridus*, который лидировал и во всех вы-шеназванных периодах. На его долю при-шлось 12 % общего обилия. Необходимо от-метить, что в июне–июле только в это вре-мя появлялись такие виды, как *Epistrophe diaphana* (Ztt. 1843), *Leucozона laternarius* и *Ljeops vittatus*.

5. Вечерний период отличается значи-тельным сокращением общего и фоновых числа видов, а также суммарного обилия. Особенно резкое снижение этих показателей отмечено в июне–июле. Число видов сокра-щается почти в 7 раз (с 68 до 10), а оби-лие – в 6 раз (с 11 до 2). Продолжает доми-нировать *Helophilus hybridus* (30 %), к кото-рому присоединяется *Sphaerophoria scrip-ta* (45 %). Необходимо отметить, что последний вид лидировал только в июне–июле, тогда как в августе–сентябре преобладал постоян-но, а в мае – только в дневное время. В мае число видов в этом периоде по сравнению с предыдущим сократилось в 4 раза (с 55 до 13), обилие – в 1,4 раза (с 20 до 14 особей/учет) и число фоновых видов уменьшилось почти трехкратно (с 13 до 5). В качестве до-

минирующих видов вновь выступили *Chryso-toxum vernale* и *Syrphus ribesii*, которые пре-обладали и в утренние периоды. На их долю пришлось 29 % суммарного обилия. Помимо них также доминировал *Eristalis arbustorum* (21 %), а в число лидеров, кроме того, во-шел *Syrirta pipiens* (7 %). Для августа–сен-тября рассматриваемые параметры вдвое меньше. Состав лидирующих видов изменя-ется незначительно. К доминантам предыду-щего периода – *Sphaerophoria scripta*, *Syrirta pipiens*, *Eristalinus sepulchralis*, на долю ко-торых приходится 63 % суммарного обилия, – прибавился еще и *Helophilus parallelus* (8 %).

6. Поздневечерний период характеризу-ется обеднением видового состава в августе–сентябре (с 26 до 11) и особенно в июне–июле, когда активным остается один един-ственный вид – *Sphaerophoria scripta*. Лиди-рующие виды в августе–сентябре существен-но меняются. Продолжал преобладать толь-ко *Sphaerophoria scripta* (29 %), в остальном лидировали, как и в утренние часы, жур-чалки рода *Platycheirus*. На их долю прихо-дится 47 % суммарного обилия. В мае этот отрезок времени отличался двукратным уве-личением общего числа видов, тогда как сум-марное обилие понижалось в 1,4 раза. Доля доминирующего вида предыдущего перио-да – *Chrysotoxum vernale* в это время повы-шалась и составила 25 % суммарного обилия. Состав остальных лидеров менялся. В их чис-ло вошли *Melanostoma scalare* (13 %), фигу-рирующий в качестве доминанты почти во всех периодах, *Helophilus parallelus* (10 %), до-минирующий в утреннее время, и впервые отмеченный как лидер *Neoascia tenur* (7 %).

Итак, границы ультрадианных периодов населения сирфид в большей степени совпа-дают в мае и августе–сентябре, несмотря на существенные различия в населении. Те же периоды отличаются по продолжительности и времени начала в июне–июле. С мая по сен-тябрь в течение дня происходила постепен-ная смена сирфидокомплексов, хотя каждый ультрадианный период характеризовался од-ними и теми же доминантами. Вместе с тем во все сезоны наиболее сходно население утренних и вечерних часов. Графически внут-рисуточную смену сирфидокомплексов мож-но изобразить в виде наклоненной колбы (рис. 1). В ее округлой части находится це-

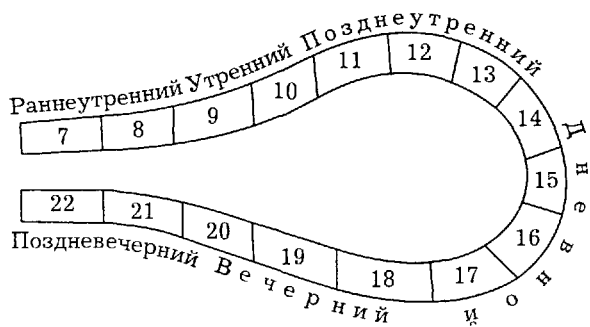


Рис. 1. Ультрадианные периоды населения мух-журчалок в условиях Южного Зауралья.

Цифрами обозначены часы, около схемы даны названия суточных периодов.

почка последовательно отличающихся комплексов журчалок, летающих поздним утром и днем. В ее приближенных частях по одной дуге находятся утренние комплексы, по другой – вечерние. Таким образом, наибольшее сходство видового состава и обилия сирфид прослеживалось ранним утром и поздним вечером при сравнительно малом обилии журчалок, и меньше похожи периоды остальных утренних и вечерних часов и дневного времени.

Ультрадианные ритмы активности мух-журчалок. Период суточной активности большинства видов сирфид длится с 8 до 20 ч. Однако пик численности каждого из них приходится на определенный период. Исходя из трех основных ультрадианных границ и сходства населения между периодами выделено четыре ритма активности мух-журчалок: утренний, дневной, вечерний и утренне-вечерний.

Максимальная активность журчалок с утренним ритмом приходится в среднем на 9–12 ч. Такой тип характерен для журчалок родов *Chrysotoxum*, *Cheilosia*, *Helophilus*, *Eupeodes*, а также *Myathropa florea* (рис. 2). Типичными утренними видами можно назвать представителей рода *Chrysotoxum*. Обилие журчалок этого рода в 9–10 ч значительно превосходило таковое в последующие часы, когда мухи встречались единично. Для остальных перечисленных родов характерно небольшое повышение численности и во второй половине дня – с 15 до 17 ч. Внутри рода *Helophilus* наибольшая активность во второй половине дня свойственна только *H. parallelus* – в 15 ч.

К дневным видам относятся журчалки, максимальная численность которых наблюда-

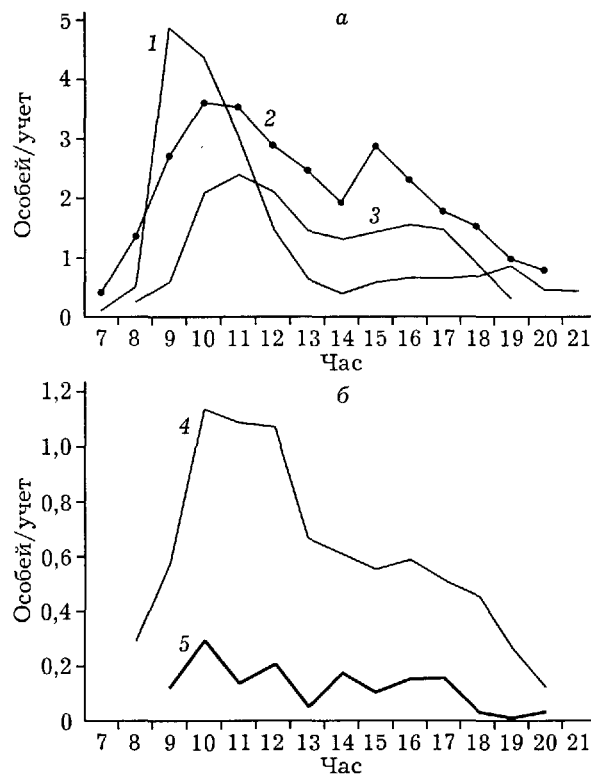


Рис. 2. Зависимость активности сирфид некоторых родов и видов от времени суток. а: 1 – *Chrysotoxum*, 2 – *Helophilus*, 3 – *Cheilosia*; б: 4 – *Myiathropa florea*, 5 – *Eupeodes*.

лась во второй половине дня – в среднем с 12 до 16 ч. Это представители родов *Eristalis*, *Dasysyrphus* и *Eristalinus sepulchralis*, период активности которых растянут с 10 до 16, а также *Ceriana conopsoides* и журчалки родов *Xylota*, *Neoascia*, наиболее обильные в 12–13 ч (рис. 3). Отметим, что в условиях Нижнего Приамурья активность мух таких родов, как *Xylota* и *Neoascia*, приходилась на 12–13 ч [4]. Среди перечисленных журчалок самый короткий период лета – 8–9 ч – характерен для *Xylota* и *Ceriana conopsoides*, в то время как у остальных продолжительность лёта составила около 13 ч. Хотя большинство эристаллин имеют дневной ритм, такие виды, как *Eristalis anthophorina* и *E. tenax*, активнее всего в период с 9 до 12 ч. В это время зафиксировано их максимальное обилие, после численность заметно сокращалась.

Некоторые виды сирфид проявляли утренне-вечерний ритм активности. У таких журчалок наблюдалось два пика численности – утром и вечером (*Platycheirus*, *Melanostoma*), либо три – основные два утром и вечером и

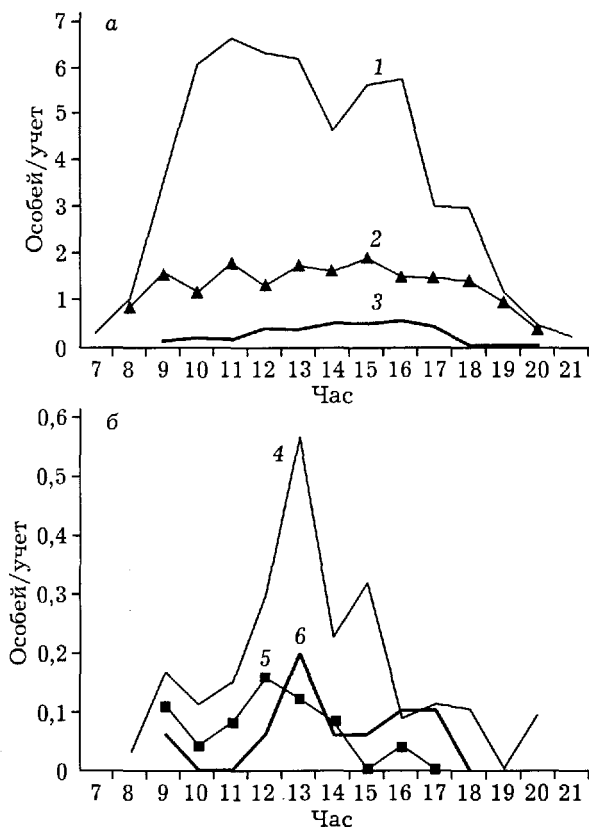


Рис. 3. Зависимость активности сирфид некоторых родов и видов от времени суток. а: 1 - *Eristalis*, 2 - *Eristalinus sepulchralis*, 3 - *Dasysyrphus*; б: 4 - *Neoscasia*, 5 - *Xylota*, 6 - *Ceriana conoposoides*.

небольшой третий в дневное время. Последний ритм активности свойствен представителям родов *Syrphus*, *Anasimyia*, *Parhelophilus*, *Volucella*, а также *Episyrphus balteatus*, *Sphaerophoria scripta* (рис. 4, 5). Несмотря на то что периоды повышения численности этих журчалок несколько не совпадают, почти для всех них наибольшее обилие приходится на утреннее (с 9 до 12 ч) и вечернее (с 17 до 21 ч) время. Однако *Sphaerophoria scripta* и журчалки рода *Parhelophilus* максимальны после утреннего подъема между 15 и 17 ч. В условиях Нижнего Приамурья представители рода *Syrphus* обильны были, напротив, в дневное время (10-13 ч).

Самое раннее и позднее время активности характерно для *Platycheirus* и *Melanostoma*. Утренне-вечерний ритм журчалок этих родов объясняют пищевым рационом большинства видов, основу которого составляет пыльца анемофильных растений [4, 12]. Пыльники таких растений (осок и злаков) раскры-

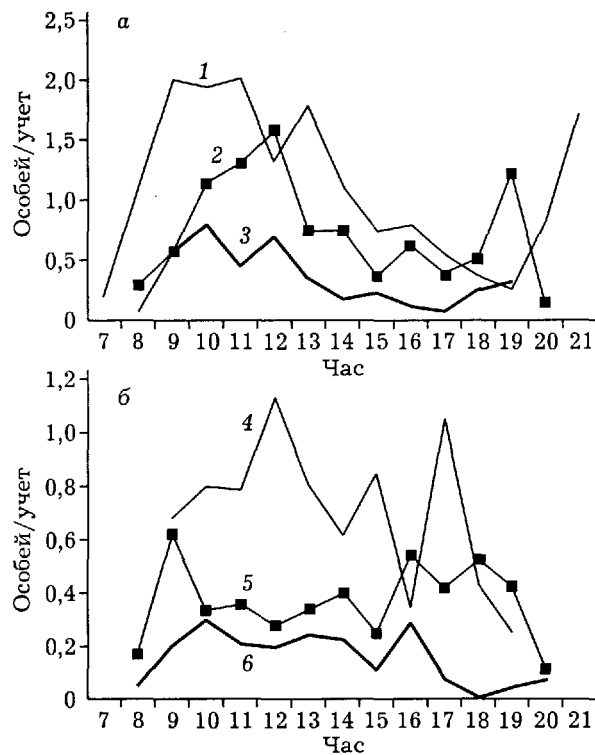


Рис. 4. Зависимость активности сирфид некоторых родов и видов от времени суток. а: 1 - *Platycheirus* + *Melanostoma*, 2 - *Syrphus*, 3 - *Episyrphus balteatus*; б: 4 - *Anasimyia*, 5 - *Volucella*, 6 - *Parhelophilus*.

ваются в утренние часы, и большая влажность пыльцы утром и вечером, по мнению этих авторов, способствует повышению аттрактивности пыльцы для сирфид в это время. В наших исследованиях ход численности *Platycheirus* и *Melanostoma* в течение дня оказался разным на сырых пойменных лугах в мае и внепойменных лугах в августе, хотя

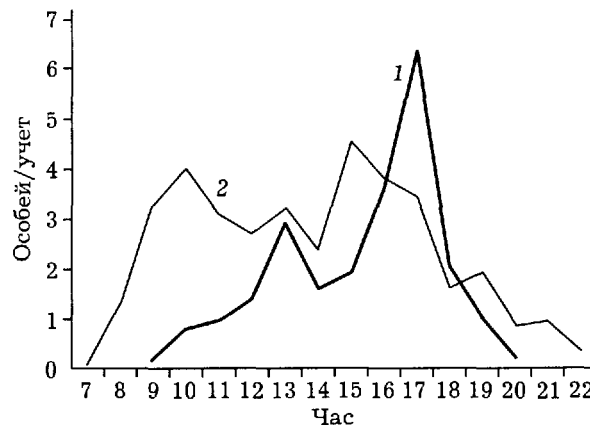


Рис. 5. Зависимость активности *Syritta pipiens* (1) и *Sphaerophoria scripta* (2) от времени суток.

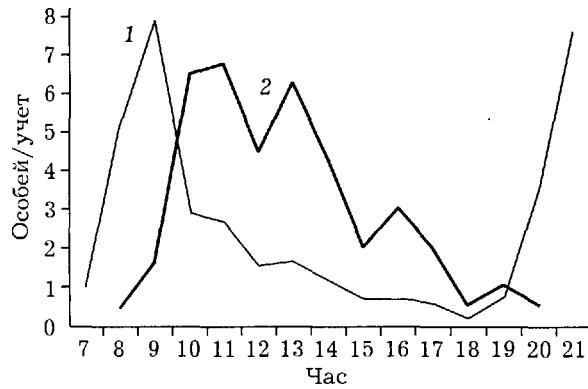


Рис. 6. Зависимость активности сирфид родов *Platycheirus* и *Melanostoma* от времени суток на сырых внепойменных (1) и сырых лугах речных пойм (2).

активность журчалок этих сезонных периодов во многом совпадает (рис. 6). На пойменном лугу в мае сбор журчалок осуществлялся с цветков калужницы болотной, а в августе – с разнотравья, в том числе и с болотницы болотной (осоковые). Вероятно, активность журчалок во многом зависит от времени цветения всех кормовых растений, а не только осоковых.

Следует отметить, что, несмотря на утренне-вечерний ритм активности представителей рода *Volucella*, максимальная численность разных видов наблюдалась в разное время. Так, *V. bombylans* в большем количестве встречался с 8 до 9 ч, тогда как *V. pellucens* обильнее в вечернее время – с 16 до 18 ч. *V. bombylans* в Нижнем Приамурье также был отмечен в раннее время – 5 ч 30 мин [4].

С вечерним ритмом активности в Южном Зауралье известен один вид – *Syrirta pipiens*. Общая продолжительность лёта мух этого вида составила 12 ч (см. рис. 5). С 9 до 13 ч обилие этого вида постепенно росло, затем, после общего спада численности, резко повышалось и максимального значения достигало в 17 ч. Это время вечернего периода активности в августе–сентябре, когда *Syrirta pipiens* был многочисленным.

Следует отметить скачкообразный характер суточной активности журчалок родов *Epistrophe* и *Mallota* (рис. 7). *Epistrophe* на протяжении всего светового дня появлялись только в трех интервалах времени – в 9–11, 13–15 и 17–19 ч. В промежуточные часы мухи не встречались. Общая продолжительность лета *Epistrophe* составила 11 ч. Для

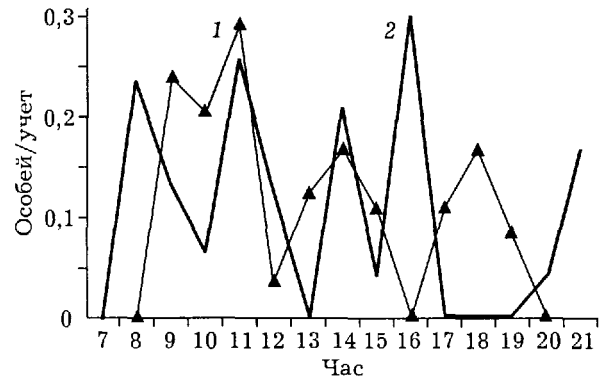


Рис. 7. Зависимость активности сирфид родов *Epistrophe* (1) и *Mallota* (2) от времени суток.

представителей рода *Mallota* в целом характерен 14-часовой период лёта – с 8 до 21. На протяжении этого периода журчалки активными были в определенный час. Ход численности сирфид этого рода принимает вид пятивершинной кривой (см. рис. 7). Особенностью активности *Mallota* является появление мух поздним вечером – в 21 ч, после трехчасового перерыва.

ВЫВОДЫ

1. В весенне-летний период независимо от месяца происходит смена сирфидокомплексов во времени.

2. Получены три основные границы ультрадианных периодов лёта сирфид – утренняя, вечерняя и дневная. Дополнительные границы, которые делят утро, день и вечер на два отрезка, обусловили выделение шести ультрадианных периодов.

3. В весенний, летний и осенний сезоны время прохождения и значимость границ отличаются, а также наблюдаются различия в составе видов журчалок и соотношении их численности. Несмотря на это, сходство между границами ультрадианных периодов населения мух-журчалок весеннего, летнего и осеннего периодов существенно.

4. Эдификаторами различия утренних и вечерних границ оказались *Melanostoma scalare*, *Platycheirus clypeatus*, *P. fulviventris*, *P. immarginatus*, *Chrysotoxum festivum*, *Ch. vernale*, *Sphaerophoria scripta*, *Syrirta pipiens*, *Helophilus parallelus*. Дневные границы связаны с увеличением численности, а затем с ее резким понижением представителей ро-

дов *Eupeodes*, *Epistrophe*, *Eristalis*, *Myathropa*, *Ceriana*, *Cheilisia*.

5. Наибольшее сходство видового состава и обилия сирфид прослеживалось ранним утром и поздним вечером, меньше похожи периоды остальных утренних и вечерних часов и дневного времени.

6. На основании значимых ультрадианных границ периодов лёта сирфид и сходства между периодами выделено четыре ритма активности мух-журчалок: утренний, дневной, вечерний и утренне-вечерний. Для журчалок родов *Epistrophe* и *Mallota* свойствен отличный от всех скачкообразный характер активности в течение дня.

За помощь в работе и участие в интерпретации полученных результатов искренне благодарю д-ра биол. наук Ю. С. Равкина, а также И. Н. Богомолу и Л. В. Писаревскую за математическую обработку данных.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. Б. Чернышев, Суточные ритмы активности насекомых, М., Изд-во МГУ, 1984, 216.
2. В. Б. Чернышев, Экология насекомых, М., Изд-во МГУ, 1996, 304.
3. А. К. Багачанова, Фауна и экология мух-журчалок (Diptera, Syrphidae) Якутии, Якутск, 1990, 33–41.
4. Д. И. Грицкевич, Сиб. экол. журн., 2000, 7: 4, 431–435.
5. Л. В. Зиминая, Бюл. МОИП, Отд. биологии, 1957, 62: 4, 51–62.
6. В. А. Мутин, Систематика и эколого-фаунистический обзор отдельных отрядов насекомых Дальнего Востока, Владивосток, 1983, 100–109.
7. В. А. Мутин, Систематика, зоогеография и кариология двукрылых насекомых (Insecta: Diptera), 1992, 119–121.
8. R. Bankowska, Ann. Zool., 1961, 22: 15, 285–353.
9. N. Grosser, Entomologische Nachrichten, 1979, 23, 150–153.
10. C. T. Maier, G. P. Waldbauer, Ann. Entomol. Soc. of Amer., 1979, 72: 2, 237–245.
11. D. H. Morse, Ecology, 1981, 62: 1, 81–88.
12. В. А. Мутин, Двукрылые фауны СССР и их роль в экосистемах, 1984, 79–81.
13. Н. А. Уткин, Простейшие и беспозвоночные Курганской области, Курган, 1999, 363.
14. Большой энциклопедический словарь. Биология, М., Большая Российская энциклопедия, 2001, 864.
15. В. Л. Куперштох, В. А. Трофимов, Алгоритм статистической обработки информации, Новосибирск, 1974, 88–89.
16. Р. Л. Наумов, Птицы природного очага клещевого энцефалита Красноярского края, Автореф. дис. ... канд. биол. наук, Моск. обл. пед. ин-т, 1964, 29.
17. H.-D. Engelmann, Beitrag zur Arbeitstagung, 1978, 18, 378–380.
18. В. Н. Беклемишев, Биоценологические основы сравнительной паразитологии, М., Наука, 1970, 502.

Ultradian Activity Rhythms of Drone-Flies (Diptera, Syrphidae) in the Southern Trans-Urals

V. S. SOROKINA

According to the results of analysis of diurnal changes in the abundance of drone-flies, three main boundaries of the ultradian periods of flying were revealed: morning, day and evening. The transit time and solemnity of the borders differ in spring, summer and autumn. With the help of classification of the ordered objects, six common ultradian periods were revealed; quantitative characteristics of drone-fly population are reported for each of these periods. The best similarity of species composition and abundance of Syrphidae was observed early in the morning and late in the evening. Four rhythms of drone-fly activity were revealed: morning, day, evening, and morning-evening. A jumpwise character of activity during a day is characteristic of the drone-flies of *Epistrophe* and *Mallota* genus.