

ВЛИЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ
НА АКТИВНОСТЬ ЛЁТА НА СВЕТ МАССОВЫХ ВИДОВ
КРОВОСОСУЩИХ МОКРЕЦОВ (SERATOROGONIDAE)
НА ЮГЕ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

Р. М. Горностаева

Институт медицинской паразитологии и тропической медицины
им. Е. И. Марциновского Министерства здравоохранения СССР, Москва

Приводятся данные о влиянии освещенности, температуры, относительной влажности воздуха, наличия дождя, ветра и луны на лёт на свет кровососущих мокрецов *C. sinanoensis*, *C. sanguisuga*, *C. pulicaris*, *C. grisescens*. На основе анализа действия этих факторов рассматриваются конкретные границы зон, различных по интенсивности лёта на свет, и обосновывается методика учета относительной численности мокрецов в районе работы. Рассматривается роль освещенности и температуры в формировании двух типов активности: нападения на добычу и лёта на свет.

С появлением световых ловушек делаются попытки использовать их не только для изучения фауны, но и для определения численности популяций насекомых, в том числе кровососущих двукрылых. В связи с тем что изменения в численности популяций устанавливаются путем сравнения отдельных учетов, результаты которых зависят от метеорологических условий во время их проведения, отобрать сопоставимые учеты можно, лишь изучив предварительно действие метеорологических факторов на интенсивность лёта на свет каждого конкретного вида в данных климатических условиях (Бреев, 1958).

Целью настоящего сообщения является обоснование методики учета численности массовых видов мокрецов с помощью световой ловушки. Рассматриваются в основном два самых массовых во всех пунктах учетов световой ловушкой вида — *Culicoides sanguisuga* и *C. sinanoensis*, менее подробные данные приведены для *C. pulicaris* и *C. grisescens*, которые были многочисленными только в одном из 7 учетных пунктов.

МЕТОДИКА

Методика учетов колоколом и световой ловушкой, а также характеристика района работы описаны нами ранее (Горностаева с соавт., 1969; Горностаева, 1977), здесь приводятся лишь дополнительные сведения, необходимые для данного сообщения. Все учеты численности мокрецов проводились при постоянном режиме горения лампы ПРК-4, которого она достигает через 10—15 мин после начала горения. В начале и конце учета измерялась температура воздуха, освещенность, относительная влажность, отмечалось наличие луны, осадков и ветра. Для определения численности отдельных видов мокрецов из учета выбрасывали крупных жуков и бабочек, оставшуюся часть улова перемешивали, взвешивали, затем отделяли 1 г, из которого тщательно выбирали и отдельно взвешивали мокрецов. Оказавшихся в этом грамме мокрецов (13—16 тыс.) разделяли по видам и полу, после чего полученные данные экстраполировали

на весь улов; уловы весом менее 1 г разбирали полностью. Использованы данные 85 учетов, во время которых было собрано более 2 млн мокрецов. Для определения влияния температуры и освещенности на интенсивность лёта на свет использованы данные 78 учетов, проведенных в погоду без дождя и ветра в безлунные ночи. Нижеприведенные данные относятся только к самкам.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Дождь и ветер. Моросящий дождь не препятствовал лёту на свет, в сильный дождь лёт мокрецов прекращался. При ветре скоростью 0.5—1 м/с. лёт ослабевал, ветер большей скорости во время учетов не наблюдался.

Относительная влажность воздуха во время учетов колебалась от 58 до 100%. Чаще всего она была больше 90%: в 1971 г. только в 9 учетах из 76 она оказалась ниже 75% и только в 2 — ниже 65%. Колебания влажности от 65 до 100% не отражались заметно на численности мокрецов; влияния более низкой влажности установить не удалось, так как оба учета с влажностью ниже 65% сочетались с неоптимальными значениями других факторов.

Освещенность.¹ Незначительный лёт на свет был отмечен при падении освещенности в природе до 46 Лк, а интенсивный и равномерный, т. е. характерный для зоны оптимума, — только через 0.5—1 ч после падения освещенности до 0 Лк. Утром интенсивность лёта также уменьшалась примерно за 1 ч до начала регистрации освещенности выше 0 Лк. Примерно такие же данные получены по комарам (Погодина и Сафьянова, 1957; Бреев, 1958). Таким образом, мокрецы, как и комары, дифференцируют освещенность, рассматриваемую нами (в соответствии с показаниями применявшегося люксметра) как полную темноту (0 Лк), причем граница между субоптимальной и оптимальной зонами их лёта на свет лежит в пределах именно этой освещенности. Следовательно, для того чтобы выявить границы различных по интенсивности лёта на свет зон освещенности, в Лк, необходим более чувствительный люксметр. В настоящее время мы можем выделить только периоды суток с оптимальной для лёта на свет освещенностью: поскольку полная темнота регистрировалась в районе работы с 21—22 до 4—5 ч (в зависимости от периода сезона и погодных условий суток), в качестве оптимального по освещенности следует рассматривать период с 22—23 до 3—4 ч, а как наиболее надежный в течение всего сезона — с 23.30 до 2 ч.

У *C. sinanoensis* уменьшение интенсивности лёта в ранние вечерние и предрассветные часы было выражено резче, чем у *C. sanguisuga*, в резуль-

Таблица 1
Соотношение численности *C. sinanoensis* и *C. sanguisuga*
в разные часы ночи 20—21 июня 1971 г. в Пойлове

Часы	Освещенность (в Лк)	Температура (в °С)	<i>C. sinanoensis</i>		<i>C. sanguisuga</i>	
			число	%	число	%
22—23	0	21.2—19.0	16.000	67	8.000	33
0—1	0	17.6—17.0	324.000	83	66.000	17
2—3	0	16.2—16.2	304.000	80	76.000	20
3—4	0	16.2—15.7	127.500	75	42.000	25
5—6	0—22	15.2—	1.261	63	736	37
Всего	0—22	21.2—15.2	772.761	80	192.736	20

¹ Во время работы ловушки при естественной освещенности 0 Лк освещенность, создаваемая ее лампой, уменьшалась от 250 Лк в непосредственной близости от ловушки до 0 Лк в 40 м от нее.

тате чего относительная численность *C. sanguisuga* возрастала при снижении абсолютной численности мокрецов обоих видов, вылавливаемых в эти периоды суток (табл. 1). Такие данные были получены во всех проанализированных нами 5 сериях многочасовых учетов (правда, в двух из них они оказались недостоверными из-за низкой численности обоих видов в ранние вечерние и предрассветные часы). Доля этого вида явно увеличивалась также с появлением луны (табл. 2).² Поскольку

Т а б л и ц а 2

Соотношение численности *C. sinanoensis* и *C. sanguisuga*
в ночь с 12 на 13 июня 1971 г. на Кантегире

Часы	Луна	Температура (в °С) в начале учета	<i>C. sinanoensis</i>		<i>C. sanguisuga</i>	
			число	%	число	%
22—23	Не видна	11.4	51.600	86	8.400	14
23—24	» »	9.8	35.320	88	4.680	12
24—01	» »	9.6	24.110	89	2.890	11
01—03	Видна	8.8	6.916	78	1.990	22

лёт на свет происходит только при тех значениях освещенности, при которых искусственный источник света становится заметным на фоне естественной освещенности и действует как аттрактант, естественная освещенность и аттрактивность источника света оказываются тесно связанными. В частности, оптимальную для лёта на свет освещенность мы можем рассматривать как ту освещенность, при которой источник света становится наиболее аттрактивным. В таком случае увеличение доли *C. sanguisuga* в ранние вечерние и предрассветные часы, а также при появлении луны можно рассматривать и как результат большей световыносливости этого вида, и как результат большей аттрактивности для *C. sanguisuga* источника света. Последнее кажется нам более вероятным.

Появление луны всегда сопровождалось снижением численности мокрецов в отловах световой ловушкой, что согласуется с многочисленными данными, полученными по комарам.

Т е м п е р а т у р а во время учетов, проведенных при оптимальных значениях других метеорологических факторов, колебалась от 3.2 до 21.2°. При температуре 3.2—5.4° (4 учета) мокрецы, привлекаемые светом, не были способны к длительному активному полету: те немногочисленные особи (максимально за час 294 *C. sinanoensis* и 6 *C. sanguisuga*), которые добирались до ловушки, не летали около лампы, как это обычно наблюдалось при более высоких температурах, а садились на освещенную наружную поверхность капронового мешка ловушки и ползли по нему к лампе. При 9° наблюдался уже массовый (тысячи экземпляров) активный лёт мокрецов обоих видов. При подъеме температуры от 8 до 12° и выше число прилетающих мокрецов быстро возрастало (табл. 3, п/п 1, 2, 4—8, 10—12), при уменьшении температуры ниже 12° наблюдалось такое же резкое снижение численности мокрецов (табл. 3, п/п 2, 4, 5, 10, 11; рис. 1, в, г). При 12—18° наблюдался наиболее интенсивный лёт обоих видов (табл. 3, п/п 3, 4, 9, 10). Хотя внутри этой зоны температур интенсивность лёта мокрецов также была неодинакова, резкого изменения численности при изменении температуры в этих пределах не происходило, и число выловленных при этих температурах мокрецов характеризовалось величинами одного порядка. Максимальное число мокрецов во всех

² Уменьшение интенсивности лёта всех видов при луне и увеличение доли *C. sanguisuga* в вечерние, предрассветные и лунные часы являются еще одним подтверждением того, что мокрецы дифференцируют освещенность, рассматриваемую нами как полную темноту (0 Лк).

Таблица 3

Лёт на свет *C. sinanoensis* и *C. sanguisuga* при различных температурах воздуха (по данным нескольких серий многочасовых учетов световой ловушкой в разных пунктах в 1971 г.)

Вид	Место учета	Дата начала учетов	Число часовых учетов	Число мокрецов, отловленных за ночь (100%)	% мокрецов, приходящихся на один часовой учет (от общего числа отловленных за ночь), проведенных при температуре (в °C)								
					8—9	10	11	12	13	14—15	16—17	18	
<i>C. sinanoensis</i>	Кантегир	12 VI	4	114.650	3	21 31	—	45	—	—	—	—	—
	Богословка	19 VI	5	10.642	—	—	11	21 25	21 22	—	—	—	—
	Пойлово	20 VI	2	628.000	—	—	—	—	—	—	48	52	—
	Богословка	23 VI	4	29.734	—	—	4 17	—	42	43	—	—	—
	»	13 VII	4	3.925	—	—	—	15 18 19	48	—	—	—	—
	»	16 VIII	4	203	2	4 18	—	—	76	—	—	—	—
<i>C. sanguisuga</i>	Кантегир	12 VI	4	16.780	5	19 29	—	47	—	—	—	—	—
	Богословка	19 VI	4	104	—	—	19	26 26	29	—	—	—	—
	Пойлово	20 VI	2	142.000	—	—	—	—	—	—	54	46	—
	Богословка	23 VI	4	1.598	—	—	4 13	—	50	33	—	—	—
	»	13 VII	4	96	—	—	—	23 15 25	37	—	—	—	—
	»	16 VIII	4	59	0	10 23	—	—	67	—	—	—	—

учетных пунктах было выловлено при 16.4—17.6°. При самой высокой из наблюдавшихся температур (21.2°) лёт мокрецов обоих видов был еще очень интенсивным (16 000 *C. sinanoensis* и 8000 *C. sanguisuga*). На основании этих данных можно считать, что при температуре ниже 8° мокрецы рассматриваемых видов находятся в состоянии холодого оцепенения. Нижний температурный порог активности обоих видов лежит между 8 и 9°. Температуру от 8 до 12° мы рассматриваем как субоптимальную (Яхонтов, 1969), угнетающую активность лёта на свет (Мончадский, 1956), так как изменение температуры от 9 до 12° сопровождалось резким изменением численности мокрецов. Температура от 12 до 18°, в пределах которой наблюдался массовый и более или менее одинаковый по интенсивности лёт мокрецов, является оптимальной, а лежащая внутри этой зоны температура 16.4—17.6° — особо предпочитаемой (по классификации Мончадского, 1956). Границы зоны оптимума у *C. pulicaris* и *C. grisescens* примерно такие же, как у *C. sinanoensis* и *C. sanguisuga*. Таким образом, температурный преферендум активности лёта на свет у всех 4 видов оказывается лежащим в одних и тех же пределах. Четкое различие в интенсивности лёта на свет всех указанных видов в зоне оптимальных и субоптимальных температур иллюстрируется рис. 1, в и рис. 2, из которых видно, что интенсивный лёт на свет приходился всегда на ту часть ночи, температура которой превышала 12°.

Характер лёта на свет в течение каждой конкретной ночи определялся взаимодействием освещенности и температуры. Основным лимитирующим фактором является освещенность: поскольку массовый лёт на свет наблюдается только при 0 Лк, он может продолжаться не более 4—6 ч в сутки (в зависимости от длины ночи). При оптимальных или мало меняющихся субоптимальных температурах наблюдался равномерный

Освещенность, в Лк

до 4000	30 - 1300	0 - 500	0	0	0	0	0	0-4	22 - 1000
------------	--------------	------------	---	---	---	---	---	-----	--------------

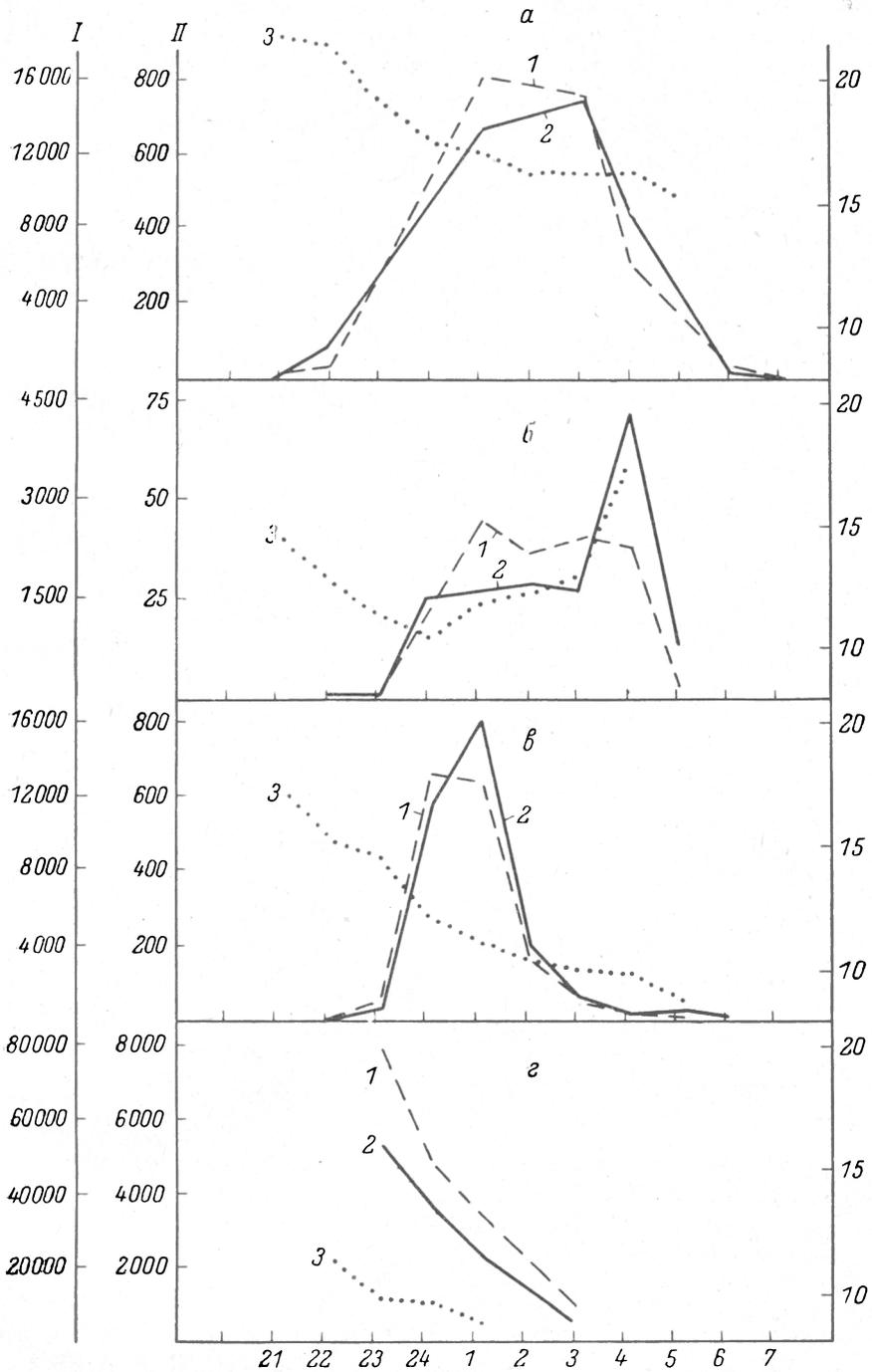


Рис. 1. Результаты учетов численности мокрецов световой ловушкой в 1971 г.: 20—21 VI в устье реки Пойловой (а), 19—20 VI в дер. Богословке (б), 23—24 VI в дер. Богословке (в), 12—13 VI в устье Кантегира (г).

По оси абсцисс — время, в ч; по оси ординат: слева I — *C. sinanoensis*, II — *C. sanguisuga*; справа — температура воздуха.

лёт в течение всех этих часов (рис. 1, а). В тех случаях, когда температура в течение ночи переходила из зоны оптимума в зоны неблагоприятных температур, а также при значительно меняющихся на протяжении ночи субоптимальных температурах, наблюдалось резкое колебание численности мокрецов с пиком численности (возможны, вероятно, и несколько пиков) в наиболее благоприятные для лёта на свет часы в начале (рис. 1, з), середине (рис. 1, в; 2) или конце (рис. 1, б; 2) ночи. Большая по сравнению с остальными видами световыносливость *C. sanguisuga* позволяет

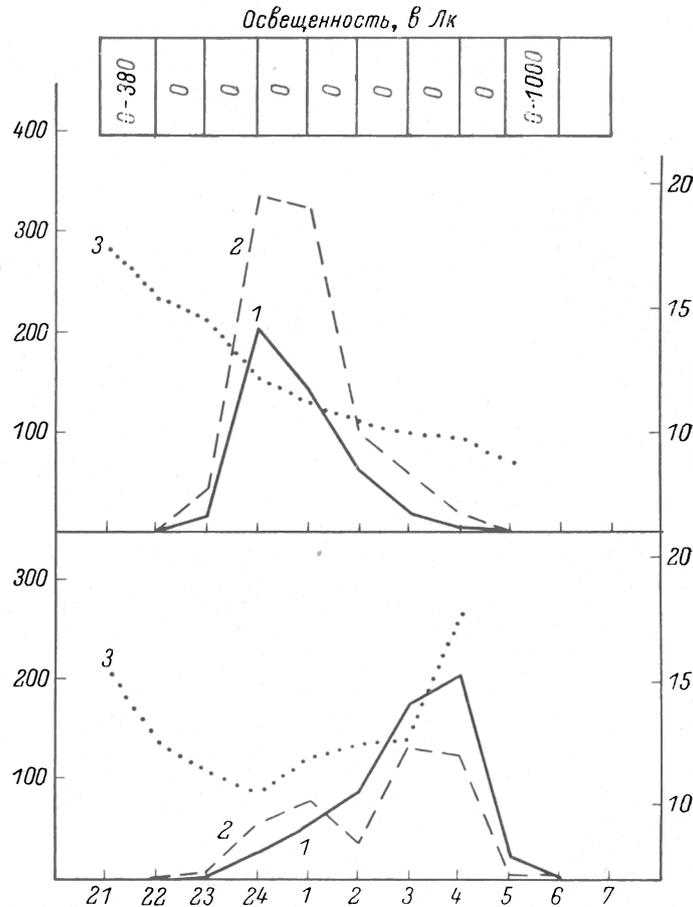


Рис. 2. Результаты учетов численности мокрецов световой ловушкой 19—20 VI и 23—24 VI 1971 г. в дер. Богословке.

1 — *C. pulicaris*, 2 — *C. griseus*, 3 — температура воздуха. По оси абсцисс — время, в ч; по оси ординат: слева — число выловленных мокрецов за 1 ч; справа — температура воздуха.

мокрецам этого вида полнее использовать предрассветные часы с благоприятными для лёта на свет температурами.

К настоящему времени рядом авторов (Амосова, 1957; Жданова, 1975; Горностаева, 1977) отмечено, что нападение мокрецов, в том числе *C. sinoensis* и *C. sanguisuga*, происходит вечером при температурах примерно на 4° выше, чем утром. Значения нижнего температурного порога активности и нижней температурной границы зоны оптимума по учетам световой ловушкой (т. е. в темные часы суток) также оказались на 4° выше аналогичных границ, установленных при утренних учетах колоколом, а границы зон оптимума лёта на свет и нападения в вечерние часы совпали ($12-18^{\circ}$). Таким образом, лёт мокрецов на свет происходит в том же диапазоне температур, что и нападение на добычу в вечерние часы, а вышеприведенная температурная разница в 4° связана не с разными типами активности (лёт на свет и нападение на добычу), а со временем проведения

учетов, что объясняется скорее всего наличием в утренние часы солнечной радиации, благодаря которой температура тела насекомого может заметно повышаться (Стрельников, 1940), т. е. возможно, что активность в разные часы суток проявляется при разных температурах воздуха, но при одинаковой температуре тела мокрецов.

Совсем иначе обстоит дело с освещенностью: только благодаря тому, что интенсивный лёт мокрецов на свет и их массовое нападение на добычу происходят при разной освещенности (соответственно при 0 Лк и выше) эти два типа активности различаются по времени их проявления. Таким образом, освещенность играет основную роль в формировании лёта на

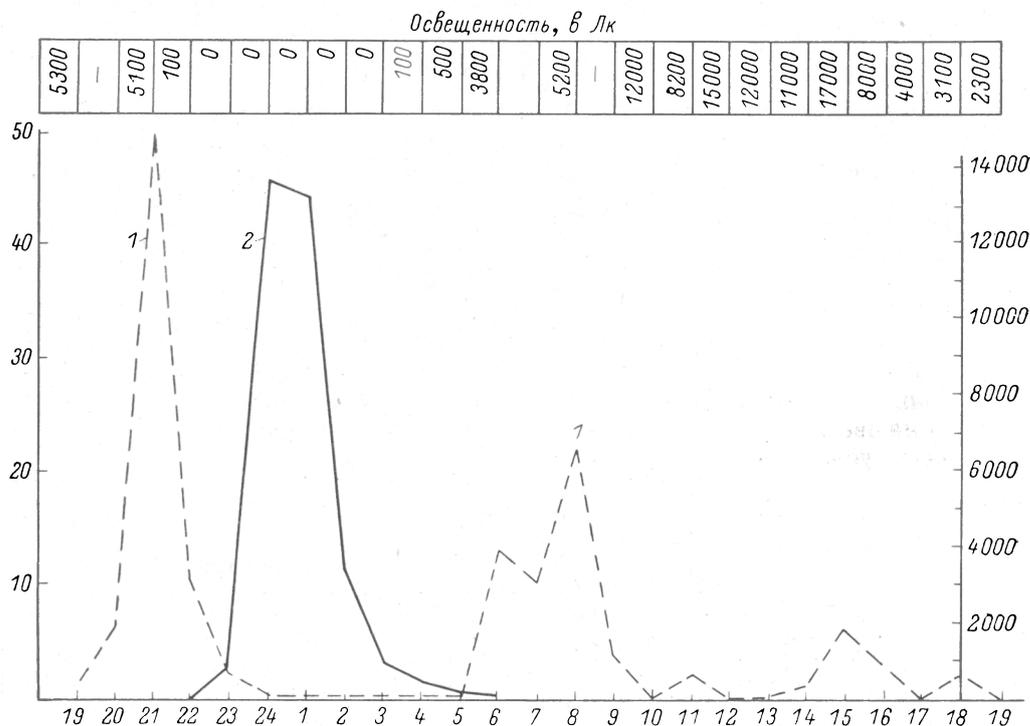


Рис. 3. Периоды активности нападения и лёта на свет *C. sinanoensis* и *C. sanguisuga* (суммарно) в долине Енисея в 1971 г.

1 — по учетам световой ловушкой, 2 — по учетам колоколом Мончадского. По оси абсцисс — время, в ч; по оси ординат: слева — число мокрецов на учет колоколом, справа — число мокрецов на учет световой ловушкой.

свет как особого типа активности (как и в формировании активности нападения кровососущих двукрылых — Мончадский, 1948, 1950, 1956).

Периоды интенсивного лёта мокрецов на свет и массового нападения на добычу сменяют друг друга в течение суток (рис. 3). Только конец периода нападения и начало лёта на свет, т. е. периоды уже не массового нападения и еще не интенсивного лёта на свет, могут частично совпадать. Интересно, что при обоих типах активности (и соответственно в разных диапазонах освещенности) *C. sanguisuga* оказался световыносливее *C. sinanoensis*.

Освещенность является основным фактором, лимитирующим лёт на свет, но в связи с континентальностью и суровостью климата в районе работы, иногда в роли лимитирующего фактора здесь выступает температура, причем во время учетов световой ловушкой (ночью) это наблюдалось чаще, чем при учетах колоколом (в более теплые утренние и вечерние часы).

Методика учета численности массовых видов кровососущих мокрецов в исследованном районе с помощью световой ловушки. При установлении соответствующих поправочных коэффициентов на каждый метео-

рологический фактор и различные их комбинации можно было бы на основании любого сбора световой ловушкой, проведенного в период активного лёта мокрецов (т. е. в оптимальной, суб- и супероптимальной зонах действия метеорологических факторов) составить точное представление об относительной численности популяции данного вида в данной местности. Из-за многочисленности действующих факторов собранных нами данных оказалось недостаточно, чтобы вывести в настоящее время такие коэффициенты.

Суммируя представленные выше данные, мы приходим к выводу, что в настоящее время для оценки изменений численности популяций рассмотренных видов мокрецов при помощи световой ловушки в качестве сопоставимых могут быть использованы только учеты, проведенные в зоне оптимума, для которой характерен наиболее интенсивный и равномерный лёт мокрецов на свет без значительных колебаний численности при изменении факторов внутри этой зоны. Такие оптимальные для лёта на свет лампы ПРК-4 условия в районе работы в 1970—1971 гг. наблюдались с 23.30 до 2 ч при температуре 12—18° в отсутствие луны, дождя и ветра.

Конкретные пределы зон, отличающихся по интенсивности и характеру лёта на свет, можно рассматривать по аналогии с границами соответствующих зон активности нападающих кровососов (Мончадский, 1956) в качестве важнейших экологических характеристик вида. Поскольку эти пределы не являются неизменными, сдвигаясь, в частности, под влиянием погодных условий, они должны уточняться в процессе сбора материала. На протяжении сезонов 1970 и 1971 гг. мы не обнаружили изменений в границах зон, различающихся по интенсивности и характеру лёта на свет, возможно, в связи с тем, что эти годы мало отличались по погодным условиям.

Л и т е р а т у р а

- А м о с о в а И. С. 1957. Новые и малоизвестные виды мокрецов рода *Culicoides* Latr. (Diptera, Heleidae). — Энтомол. обозр., 36, 1 : 233—247.
- Б е к л е м и ш е в В. Н. 1945. Некоторые замечания об изучении активности комаров. — Мед. паразитол. и паразитарн. болезни, 14 (5) : 3—5.
- Б р е е в К. А. 1958. О применении ловушек ультрафиолетового света для определения видового состава и численности популяций комаров. — Паразитол. сб. ЗИН АН СССР, 18 : 219—239.
- Г о р н о с т а е в а Р. М., Б а л к а р о в а Л. М., Г а ч е г о в а Т. А. 1969. Гнус в районе строительства Саяно-Шушенской ГЭС. — Мед. паразитол. и паразитарн. болезни, 38 (6) : 713—720.
- Г о р н о с т а е в а Р. М. 1977. *Culicoides (Avaritia) sanguisuga* новый для фауны СССР вид мокрецов. — Паразитология, 11 (6) : 493—498.
- Г о р н о с т а е в а Р. М. 1977а. Фауна кровососущих мокрецов на юге Красноярского края по данным световой ловушки и колокола Мончадского. — Мед. паразитол. и паразитарн. болезни, 46 (3) : 317—321.
- Ж д а н о в а Т. Г. 1975. Активность нападения кровососущих мокрецов (Diptera, Ceratopogonidae) в зависимости от метеорологических условий в Левобережном Полесье УССР. — Вестн. зоол., 6 : 58—64.
- М а з о х и н - П о р ш н я к о в Г. А. 1956. Ночной лов насекомых на свет ртутной лампы и перспективы использования его в прикладной энтомологии. — Зоол. журн., 35 (2) : 238—244.
- М о н ч а д с к и й А. С., Р а д з и в и л о в с к а я З. А. 1948. Новый метод количественного учета активности нападения кровососов. — Паразитол. сб. ЗИН АН СССР, 9 : 147—166.
- М о н ч а д с к и й А. С. 1950. Нападение комаров на человека в природных условиях Субарктики и факторы, его регулирующие. — Паразитол. сб. ЗИН АН СССР, 12 : 123—166.
- М о н ч а д с к и й А. С. 1956. Нападение комаров на человека в приморской части дельты Волги. — Паразитол. сб. ЗИН АН СССР, 16 : 89—144.
- П о г о д и н а Е. А., С а ф њ я н о в а В. М. 1957. Испытание метода отлова кровососущих двукрылых при помощи ртутной лампы ПРК-4. — Зоол. журн., 36 (6) : 894—899.
- С т р е л ь н и к о в И. Д. 1940. Значение солнечной радиации в экологии высокогорных насекомых. — Зоол. журн., 19 (2) : 218—237.
- Я х о н т о в В. В. 1969. Экология насекомых. М. : 1—488.

THE EFFECT OF METEOROLOGICAL FACTORS
ON THE ACTIVITY OF FLIGHT TO THE LIGHT OF MASS
SPECIES OF BITING MIDGES (CERATOPOGONIDAE)
IN THE SOUTH OF THE KRASNOJARSK TERRITORY

R. M. Gornostaeva

S U M M A R Y

The effect of meteorological factors on the flight to the light of *Culicoides sinanoensis*, *C. sanguisuga*, *C. pulicaris* and *C. grisescens* was studied in the valley of the Enisei river, 140 km from the town of Abakan up to the river. It has been established that the duration and intensity of the flight to the light are determined by the same factors as the duration of the biting period and abundance of biting midges though these types of activity manifest themselves at different time of the day: biting midges are most abundant in the morning and evening twilight while flying to the light ones are most abundant at night. Maximum flight to the light was recorded at the illumination less than 0 Lk, maximum biting activity — at the illumination of 250 to 1000 Lk. Ranges of temperatures registered at the flight to the light coincided with those registered during the biting activity period at the evening hours (the lower threshold for *C. sinanoensis* and *C. sanguisuga* — 8 to 9°, suboptimal zone — 9 to 12°, optimal for all four species — 12 to 18°) and were 4° higher than those in the morning that can be due to the sun radiation in the morning. To avoid a great error in the evaluation of changes in the abundance of populations counts conducted in the optimum zone of all meteofactors affecting the intensity of flight to the light were used.
