

**ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ
НА АКТИВНОСТЬ НАПАДЕНИЯ КОМАРОВ
И ЕЕ СУТОЧНЫЙ РИТМ В ЗАПОЛЯРЬЕ**

Н. П. Мезенев

Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крайнего Севера,
Норильск

Изложены результаты статистической обработки материалов шестилетних исследований по влиянию температуры и влажности воздуха, скорости ветра и освещенности на активность нападения комаров на человека в условиях Таймыра. Приведены общие соображения о значении отдельных факторов и их сочетаний для нападения комаров на Севере.

Микроклиматические факторы оказывают большое влияние на активность нападения гнуса. Обычно при анализе их воздействия на насекомых рассматривают температуру и влажность воздуха, освещенность, ветер и реже атмосферное давление. Разные авторы и в разных широтах придают неодинаковое значение указанным факторам. Большинство исследователей признает значительное воздействие на активность нападения освещенности, температуры и ветра. Давление воздуха как медленно изменяющийся фактор чаще из анализа исключается, так как никому еще не удалось убедительно показать его значение для активности нападения.

Ни один фактор не вызывает таких противоречий в истолковании его значимости для кровососов, как влажность воздуха. В отечественной литературе после выхода серии тщательно выполненных и хорошо аргументированных работ А. С. Мончадского и его коллег (Благовещенский, Брегетова и Мончадский, 1943; Мончадский, 1946, 1950, 1955, 1956; Мончадский и Радзивиловская, 1948) не стало разногласий в отрицании существования этого фактора для нападения комаров, мошек и мокрецов. У зарубежных авторов такого единодушия нет до сих пор. Так, Хокинг, Ричардс и Твин (Hocking, Richards and Twinn, 1950) считают, что при большом недостатке насыщения нападение ослабляется. Платт, Лав и Вильямс (Platt, Love and Williams, 1958) приходят к заключению, что увеличение относительной влажности до 60—90% стимулирует нападение комаров, а дальнейшее ее повышение влечет снижение численности насекомых. При этом влияние температуры воздуха отвергается. Хапполд (Happold, 1965) тоже придает наибольшее значение недостатку насыщения, не вдаваясь в анализ влияния температуры. В двух последних работах налицо смешение влияния тесно коррелирующих друг с другом температуры и влажности воздуха. Куртис (Curtis, 1953), рассмотрев влияние как температуры, так и недостатка насыщения, находит, что низкая температура подавляет нападение, а недостаток насыщения не оказывает действия.

Нами проанализировано воздействие температуры, относительной влажности, освещенности и ветра на нападение комаров в Таймырском национальном округе за 1963—1968 гг. Данные 5-минутных учетов нападения комаров на предплечье человека в период массового лета за все годы наблюдений (описание места и методики проведения учетов, см. Мезенев,

1967, 1968) подвергнуты статистической обработке двумя методами. Коэффициент корреляции числа нападающих комаров с каждым природным фактором при оптимальных значениях других условий вычислялся по Доспехову (1968), дисперсионный анализ влияния существенных факторов (температура, ветер, освещенность) выполнен по Плохинскому (1960).¹ Количественные данные, взятые для расчетов по каждому природному фактору, содержали от 79 до 360 учетов, в которых насчитывалось от 15 046 до 30 733 комаров. Основными нападающими видами были *Aedes hexodontus* Dyar и *A. nigripes* (Zett.). Основные результаты обработки материалов сведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Влияние внешних факторов на активность нападения комаров
(по учетам на предплечье за 1963—1968 гг.)

Природные факторы и их сочетания	Предельные значения при нападении комаров	Оптимум	Нижний пессимум	Верхний пессимум	Коэффициент корреляции и его ошибка	Доля воздействия на нападение (в %)	
						в общей дисперсии	в частной дисперсии
Температура воздуха	2.8—28.8	7.0—20.0	2.8—6.0	21.0—28.8	$\frac{-0.70 \pm 0.21}{0.01}$	20.2 0.001	29.8 0.001
Скорость ветра (в м/сек.)	0.0—5.2	0.0—1.0	—	2.0—5.2	$\frac{-0.88 \pm 0.17}{0.001}$	28.8 0.001	42.5 0.001
Освещенность (в тыс. лк)	0—130	0—30	—	31—130	$\frac{-0.68 \pm 0.26}{0.05}$	1.2 > 0.05	1.9 > 0.05
Относительная влажность воздуха (в %)	25—100	25—100	—	—	$\frac{-0.02 \pm 0.29}{> 0.05}$	—	—
Совокупное влияние: температуры и ветра	—	—	—	—	—	12.3 0.01	18.2 0.01
температуры и освещенности	—	—	—	—	—	2.5 > 0.05	3.7 0.01
ветра и освещенности	—	—	—	—	—	1.8 > 0.05	2.7 > 0.05
температуры, ветра и освещенности	—	—	—	—	—	0.8 > 0.05	1.2 > 0.05
Влияние неучтенных факторов	—	—	—	—	—	32.4	—

Примечание. В числителе — фактическая величина, в знаменателе — уровень значимости, при котором верхнее число достоверно.

Наиболее сильная в сравнении с другими факторами отрицательная корреляция нападения наблюдалась со скоростью ветра (-0.88 ± 0.17 при уровне вероятности 99.9%). Такая же тесная зависимость между нападением и ветром выявлена дисперсионным анализом: доля влияния ветра в дисперсии оказалась максимальной (28.8% в общей и 42.5% в факториальной дисперсии) при высоком уровне вероятности (99.9%). Нападение происходило при ветре от 0 до 5.2 м/сек. Изменения численности комаров в учетах при разных скоростях ветра суммированы в табл. 2.

¹ Выражаем глубокую благодарность И. Г. Рогаль за советы и помощь в биометрической обработке материала.

Т а б л и ц а 2

Нападение комаров на человека в зависимости от скорости ветра
(по учетам за 1963—1968 гг. при температуре 10—20°)

Скорость ветра, (в м/сек.)	Учеты сачком		Учеты на предплечье	
	среднее число комаров на учет	процент от общего числа комаров во всех учетах	среднее число комаров на учет	процент от общего числа комаров во всех учетах
0.0	68	15.8	137	30.1
0.1—1.0	104	20.4	118	23.5
1.1—2.0	83	28.5	84	26.9
2.1—3.0	63	20.4	52	14.7
3.1—4.0	76	13.5	27	4.3
4.1—5.2	19	1.4	6	0.5
Итого . . .	74	100.0	79	100.0

В штилевую погоду на предплечье нападало наибольшее количество комаров, а сачком их отлавливалось меньше, чем при ветре до 2 м/сек. Этот, казалось бы, парадоксальный факт отмечал Кеннеди (Kennedy, 1939), выяснивший в опытах с *Aedes aegypti*, что комары активнее летают при слабом ветре, чем в безветрие. При этом полет ориентирован против ветра, т. е. навстречу запаху добычи. Видимо, здесь сказывается раздражение хеморецепторов запахами, исходящими от объекта нападения.

Ветер скоростью до 1.5—2 м/сек. незначительно снижает число нападающих комаров и на предплечье. Дальнейшее усиление ветра прогрессивно уменьшает количество нападений, особенно при скорости выше 3 м/сек., но только ветер более 4 м/сек. делает нападение редким. Однако в пик численности комаров в тундре даже при ветре около 5 м/сек. нападение бывает тягостным с подветренной стороны и диктует необходимость прибегать к мерам защиты.

Мончадский (1950) отмечает относительно более интенсивное нападение комаров при умеренном ветре в лесотундре близ Нарьян-Мара по сравнению с югом и средней полосой страны. По его данным, ветер свыше 3 м/сек. практически прерывает там нападение. Наши материалы еще более подтверждают сравнительную ветроустойчивость северных комаров.

Другим не менее важным фактором, регулирующим активность нападения, выступает температура воздуха. Хотя коэффициент корреляции (-0.70 ± 0.21 ; табл. 1) ее оптимальных и высоких значений с нападением несколько ниже, чем в случаях с ветром, следует иметь в виду, что температура обладает двойкой направленностью действия на нападение, тогда как влияние ветра односторонне. Низкие температуры положительно коррелируют с нападением (коэффициент корреляции $+0.53 \pm 0.32$ при уровне вероятности 95%), а высокие — отрицательно, поэтому математически невозможно одновременно показать сумму этого двойственного влияния. По той же причине доля воздействия температуры на нападение в дисперсии меньше (20.2% в общей и 29.8% в частной при вероятности 99.9%), чем доля ветра. В дисперсионный анализ взяты только оптимальные и высокие температуры. Действие низких температур, судя по коэффициенту корреляции, проявляется менее резко, поэтому они и не анализировались дисперсионным методом.

Зависимость нападения от температуры приведена в табл. 3. Нижний порог активности таймырских комаров равняется 2.8°. При этой температуре однажды (при благоприятных условиях) в разгар лета было зафиксировано редкое нападение, когда основная масса комаров пребывала в неподвижности. Дальнейшее снижение температуры до 2.6° полностью прекратило активность. В диапазоне 3—5° нападение продолжает оставаться единичным, после чего следует заметное усиление активности. Границы оптимальных температур лежат в пределах 7—20°, а с 21° начинается верхний пессимум, прослеженный до 29°. Максимальная тем-

пература (28.8°), при которой отмечалось редкое нападение, не является пороговой. В условиях севера верхний температурный порог определить довольно трудно, так как очень высокие температуры здесь бывают не часто и сопровождаются они высокой освещенностью и свежим ветром, не позволяющими разграничить суммарное действие комплекса природных факторов.

Т а б л и ц а 3

Нападение комаров на человека в зависимости от температуры воздуха
(по учетам за 1963—1968 гг. при ветре 0—1 м/сек.)

Температура (в °)	Учеты сачком		Учеты на предплечье	
	среднее число комаров на учет	процент от общего числа комаров во всех учетах	среднее число комаров на учет	процент от общего числа комаров во всех учетах
2.8—4.9	5	0.2	8	0.1
5.0—6.9	68	4.6	121	5.2
7.0—8.9	143	11.1	195	10.3
9.0—10.9	123	13.2	152	13.1
11.0—12.9	149	23.6	228	24.0
13.0—14.9	95	11.8	186	15.1
15.0—16.9	114	12.2	160	8.4
17.0—18.9	146	14.5	180	12.1
19.0—20.9	82	7.3	147	7.7
21.0—22.9	16	1.0	80	3.1
23.0—24.9	13	0.4	49	0.9
25.0—26.9	0	0.0	0	0.0
27.0—28.8	8	0.1	9	0.0
Итого . .	103	100.0	161	100.0

Мончадский (1950) определяет верхний порог на севере в интервале 30—31°, Соколова (1967) — в 33°. Минимальная температура, при которой начинали нападать комары, у обоих авторов равна 3.5°. Зона оптимальных температур (соответственно 9—24 и 9—29°) тоже отличается от нашей (7—20°). По Поляковой (1968), комары наиболее активно нападают при 8—20°. На севере Канады отмечено полное прекращение активности при 2.2° и ничтожное нападение при температуре ниже 4.4° (Curtis, 1953). На Аляске наибольшая активность комаров проявляется при 7—27°, а в арктических пунктах значительная активность имеет место при 5.6° и даже иногда при 4.4° (Gjullin a. oth., 1961).

Фактором, определяющим суточный ритм нападения комаров в более низких широтах, где происходит постоянная смена дня ночью, является освещенность. Там она двояко действует на активность насекомых: ослабление силы света от нескольких тысяч до сотен и десятков люксов стимулирует нападение; напротив, увеличение освещенности в дневное время до десятков тысяч люксов угнетает активность. Севернее полярного круга, по Мончадскому (1950), сила света продолжает играть большую роль в регулировании активности нападения, однако в первую половину сезона ночью она уступает ведущее положение температуре, зато в августе приобретает главенствующее значение в наименее светлые часы суток. Высокие показатели освещенности в течение всего сезона уменьшают нападение.

Обработка таймырских материалов показала, что низкие значения освещенности не оказывают закономерного влияния на нападение комаров. В пределах 0—2 тыс. лк выявлена недостоверная положительная корреляция (+0.21+0.27 при вероятности менее 95%), а в диапазоне 0—10 тыс. лк — недостоверная отрицательная корреляция (−0.35±0.33 при вероятности менее 95%). Высокая освещенность (более 30—40 тыс. лк) уменьшает нападение (коэффициент корреляции — 0.68±0.26 при вероятности 95%). Дисперсионный анализ выявил слабое и недостоверное влия-

ние как одной силы света, так и ее сочетаний с температурой и ветром. Доли этого воздействия в общей дисперсии равнялись соответственно 1.2, 2.5 и 1.8%, в частной — 1.9, 3.7 и 2.7% при вероятности менее 95%. Фактические данные, отражающие зависимость нападения от освещенности, приведены в табл. 4.

Т а б л и ц а 4

Нападение комаров на человека в зависимости от освещенности
(по учетам за 1963—1968 гг. при температуре 10—20° и ветре 0—1 м/сек.)

Освещенность (в тыс. лк)	Учеты сачком		Учеты на предплечье	
	среднее число комаров на учет	процент от общего числа комаров во всех учетах	среднее число комаров на учет	процент от общего числа комаров во всех учетах
0—1	92	13.8	140	18.1
1.1—2	170	16.5	168	13.0
2.1—5	217	31.1	199	19.3
5.1—10	131	21.2	144	18.6
11—20	89	6.0	221	12.8
21—30	151	8.0	279	7.2
31—40	94	1.3	235	4.5
41—50	42	1.4	124	4.0
51—60	46	0.3	133	0.9
61—70	30	0.2	175	1.1
71—80	11	0.1	84	0.5
Более 81	21	0.1	—	—
Итого . .	134	100.0	170	100.0

Другие авторы, наблюдавшие за нападением комаров в северных широтах (Мончадский, 1950; Лобкова, 1958; Плотникова и др., 1967; Соколова, 1967), сходятся во мнении, что сильное дневное освещение вызывает снижение активности нападения. Что касается уменьшающейся освещенности, то все они единодушно высказываются за ее стимулирующее влияние на активность, но приводят весьма разноречивые данные об уровне освещенности, благоприятствующей нападению, сопровождая их различными оговорками и условиями.

Сопоставление этих сведений с нашими позволяет заключить, что по крайней мере выше полярного круга утренний и вечерний максимумы активности комаров в период их массового лёта не имеют прямой связи с низкой освещенностью. Просто в эти часы снимается угнетающее действие сильного света, снижающего нападение в ясные дни, и температура более приближается к оптимуму, чем днем. Дополнительным подтверждением этого вывода служит высокая активность комаров днем при сплошной низкой облачности, когда сила света бывает выше сумеречной, но ниже угнетающих нападение значений.

Влажность воздуха (без выпадения осадков) не оказывала действия на активность комаров. Никакая группировка этого фактора при вычислении коэффициента корреляции (25—100, 25—80, 25—45, 46—70, 50—100, 81—100%) не выявила достоверного влияния относительной влажности на нападение, поэтому нам остается только присоединиться к категоричному утверждению Мончадского: нападение не связано с влажностью воздуха.

Попытки ряда зарубежных ученых сравнивать активность нападения с преобразованными величинами относительной влажности в недостаток насыщения не меняют сути вопроса. Они лишь скорее приводят к необоснованным заключениям о связи активности комаров с влажностью воздуха, поскольку недостаток насыщения теснее коррелирует с температурой. Температура же является одним из главных регулирующих нападение факторов, что упускают из виду некоторые авторы, обращая чересчур пристальное внимание на недостаток насыщения в ущерб анализу температурного воздействия.

Заканчивая обсуждение значимости атмосферных условий для активности нападения, следует остановиться на суммарном их действии. Как уже неоднократно отмечалось в литературе, сочетание оптимальных значений разных факторов благоприятствует активному лёту и дает возможность комарам успешнее преодолевать угнетающее действие какого-то одного отрицательно действующего фактора. Наоборот, сопряженность двух или более негативных условий сильнее подавляет активность насекомых и сужает границы оптимума благоприятствующего фактора.

Дисперсионный анализ дал возможность установить не только степень влияния отдельных избранных микроклиматических явлений, но и суммарное их действие и долю воздействия неучтенных факторов (табл. 1). Главными метеорологическими условиями, регулирующими активность комаров в Заполярье, служат температура и ветер, на долю которых приходится 61.3% влияния в общей дисперсии и 90.5% в частной, не считая их суммарного действия в комбинации с освещенностью. Вся совокупность организованных факторов в общей дисперсии составляет 67.6%. Остальные 32.4% влияния обусловлены какими-то неучтенными факторами, ускользающими от внимания исследователя. Действительно, в природе приходится порой сталкиваться с такой ситуацией, когда все обычно учитываемые условия стабильны, а в нападении комаров происходят ощутимые изменения. Например, особенно резко усиливается активность нападения перед длительным периодом ненастья.

Суточный ритм нападения тесно связан с действием внешних факторов. Если температура воздуха ночью не опускается до низких величин, нападение происходит круглые сутки, при этом высокая активность проявляется вечером, ночью и утром. Этот период начинается примерно с 19—20 и продолжается до 7—9 часов. Максимальное нападение в такие дни регистрируется в последние и первые часы суток (с 21—22 до 5—6 часов). Поздним утром, днем и ранним вечером (примерно с 9—10 до 18—19 часов) нападение резко ослабевает, за исключением пасмурных дней с небольшими колебаниями температуры днем и ночью и умеренной освещенностью в дневные часы. В описанных суточных изменениях численности немалая роль принадлежит и ветру, обыкновенно более сильному днем и ослабевающему вечером и ночью порой до штиля. Такой ритм характерен для любого отрезка сезона, если в ночное время нет больших понижений температуры.

В немногочисленные жаркие дни усиление активности нападения после дневного пессимума (отсутствие активности бывает крайне редко) начинается позднее (21—22 часа) и кончается раньше (5—6 часов). Наоборот, при резких падениях температуры ночью кривая активности приобретает прерывистый характер с двумя вершинами — вечерней и утренней — и с ночной депрессией или отсутствием нападения. Чем дольше длится температурный пессимум, тем более отодвигаются друг от друга границы вечернего и утреннего максимумов нападения. Эта картина чаще наблюдается во второй половине сезона. Высота вечернего и утреннего пиков активности не постоянна: иногда вечерний максимум превышает утренний, иной раз наоборот, а в некоторых случаях оба пика равноценны.

Л и т е р а т у р а

- Б л а г о в е щ е н с к и й Д. И., Б р е г е т о в а Н. Г. и М о н ч а д с к и й А. С. 1943. Активность нападения комаров в природных условиях и ее суточный ритм. Зоол. журн., 22 (3) : 138—153.
- Д о с п е х о в Б. А. 1968. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. «Колос», М. : 1—336.
- Л о б к о в а М. П. 1958. Условия нападения комаров на животных и человека в Карельской АССР. Уч. зап. Петрозаводск. унив., 8 (3) : 166—182.
- М е з е н е в Н. П. 1967. Кровососущие комары (Culicinae) юго-западной части Таймыра. Паразитол., 1 (5) : 422—430.
- М е з е н е в Н. П. 1968. Соотношение компонентов гнуса на Таймыре и в других районах Крайнего Севера. Паразитол., 2 (4) : 347—352.
- М о н ч а д с к и й А. С. 1946. Активность нападения комаров на человека в природных условиях. Изв. АН СССР. Сер. биол., 2—3 : 233—250.

- Мончадский А. С. 1950. Нападение комаров на человека в природных условиях Субарктики и факторы, его регулирующие. Паразитол. сб. Зоол. инст. АН СССР, 12 : 123—166.
- Мончадский А. С. 1955. Суточный ритм активного лёта и нападения комаров и внешние факторы, его регулирующие. В кн.: Восьмое совещание по паразитологическим проблемам. Тез. докл. Изд. АН СССР, М.—Л. : 100—101.
- Мончадский А. С. 1956. Летающие кровососущие двукрылые на территории СССР и некоторые закономерности их нападения на человека. Энтомол. обзор., 35 (3) : 547—559.
- Мончадский А. С. и Радзивиловская З. А. 1948. Новый метод количественного учета активности нападения кровососов. Паразитол. сб. Зоол. инст. АН СССР, 9 : 147—166.
- Плотникова А. С., Куприянова Е. С., Потапов А. А. и Владимирова В. В. 1967. Изучение гнуса и мер защиты от него в районе алмазных разработок и строительства Вилюйской ГЭС в Якутской АССР. Сообщение 1. Мед. паразитол. и паразитарн. бол., 36 (1) : 3—10.
- Плохинский Н. А. 1960. Дисперсионный анализ. Изд. Сиб. отд. АН СССР, Новосибирск : 1—124.
- Полякова П. Е. 1968. Кровососущие комары (Diptera, Culicinae) северотаежной подзоны Оби и Енисея. Изв. Сиб. отд. АН СССР. Сер. биол.-мед. наук, 10 (2) : 108—113.
- Соколова Э. И. 1967. Кровососущие двукрылые Приуральской тайги. Автореф. дисс. канд. биол., М. : 1—14.
- Curtis L. C. 1953. Observations on mosquitoes at Whitehorse, Yukon Territory (Culicidae : Diptera). Canad. Entomol., 85 (10) : 353—370.
- Gjullin C. M., Sailer R. I., Stone A. and Travis B. V. 1961. The mosquitoes of Alaska. U. S. Dept. Agric. Res., 182 : 1—98.
- Harbold D. C. D. 1965. Mosquito ecology in Central Alberta. 2. Adult populations and activities. Canad. J. Zool., 43 (5) : 821—846.
- Hocking B., Richards W. R. and Winn C. R. 1950. Observations on the bionomics of some northern mosquito species (Culicidae : Diptera). Canad. J. Res., D, 28 (2) : 58—80.
- Kennedy J. S. 1939. The visual responses of flying mosquitoes. Proc. Zool. Soc. London, ser. A, 109 (4) : 221—242.
- Platt R. B., Love G. J. and Williams E. L. 1958. A positive correlation between relative humidity and the distribution and abundance of *Aedes vexans*. Ecology, 39 (1) : 167—169.

THE EFFECT OF EXTERNAL FACTORS ON THE
ATTACKING ACTIVITY OF MOSQUITOES AND ITS
DAILY RYTHM IN TRANSPOLAR REGION

N. P. Mezenev

S U M M A R Y

The present work was carried out in the Taimir National District. Six-year investigations showed that of all natural factors air temperature and wind speed have the greatest influence on the activity of mosquitoes but low illumination does not exert a regular influence upon it. Relative humidity does not affect the attacking at all. The paper presents characteristics of the daily activity rythm of mosquitoes depending on the environmental conditions.
