Московская школа на Юго-Западе № 1543

Фауна и фенология стрекоз (Insecta: Odonata) окрестностей поселка Борок Ярославской области

Выполнили учащиеся 9 «Б» класса:

Надежда Сенютина

Софья Тимофеева

Никита Абрамков

Научные руководители:

Владислав Андреевич Начатой

к. б. н. Петр Николаевич Петров

Москва

2023

Введение

Отряд стрекозы (Odonata) — это летающие насекомые с неполным превращением. На данный момент этот отряд насчитывает более шести тыс. видов. Стрекозы — хищники, питаются в основном насекомыми, которых они ловят на лету, но порой встречается каннибализм.

Стрекозы делятся на два подотряда: равнокрылые (Zygoptera), разнокрылые (Anisoptera). Главное отличие между ними — форма крыльев. У разнокрылых задние крылья немного шире передних, в то время как у равнокрылых они одинаковые.

Раньше выделяли и третий подотряд Anisozygoptera, включавший в себя только один род *Epiophlebia*, состоящий из четырех видов. Этот род обитает в Японии, Индии и Китае. Отличительная черта этих стрекоз в их внешнем виде: тело схоже с разнокрылыми, но форма крыльев одинакова, как у равнокрылых (Dijkstra, 2006; Büsse, 2015). Проводилось исследование, связанное с парафилией этого рода (Nel et al., 1993), на основании которого большинство современных авторов не выделяют этот подотряд как третий, а рассматривают его как базальную группу Anisoptera.

Говоря о морфологии, в теле стрекоз можно выделить три отдела: голову, грудь и брюшко. Голова находится на подвижной шее и может двигаться вдоль оси тела. Грудь состоит из переднегруди, среднегруди и заднегруди. На каждом сегменте находится по паре ног, а крылья попарно располагаются на среднегруди и заднегруди. Конечности состоят из 5 члеников: тазик, вертлуг, бедро, голень и лапка. Брюшко у стрекоз, обычно вытянутое в длину и тонкое, состоит из 10 сегментов, но бывают исключения. Также на вершине брюшка у самцов находится совокупительный (генитальный) аппарат с одной или двумя парами генитальных крючочков (рис. 1) (Дьяконов, 1926).

Рис. 1. А, В: самцы (А) *Leucorrhinia dubia* (семейство Libellulidae, подотряд Anisoptera), (Б) *Sympetrum sinaiticum* (сем. Corduliidae, п/отр. Anisoptera) и их вторичные генитальные аппараты; (В) имаго *Libellula saturata* (семейства Libellulidae, подотряд Anisoptera) (Djkstra, 2006; Dokkum, 2015).

Мы изучали не только имаго, но и личинок. Они живут в воде, в прибрежных зарослях, и, в отличие от имаго, имеют лишь зачатки крыльев на спинной стороне груди. Личинки равнокрылых стрекоз более вытянутые и тонкие (рис. 2А), чем личинки разнокрылых (рис. 2В). Их тело также состоит из трех отделов: голова, грудь и брюшко. На голове находятся большие фасеточные глаза, между которыми есть три простых глазка (у разнокрылых почти не видны), и ротовой аппарат. Они охотятся с помощью маски — видоизменённой нижней губы. Маска состоит из двух частей: подбородка (ментума) и субментума (подподбородка). Ментум — плоская или шлемообразная хитиновая пластинка, на которой находится множество шипов, щетинок, зубчиков и коготков. Субментум же служит для прикрепления подбородка к голове и раскрытия маски (Попова, 1953).

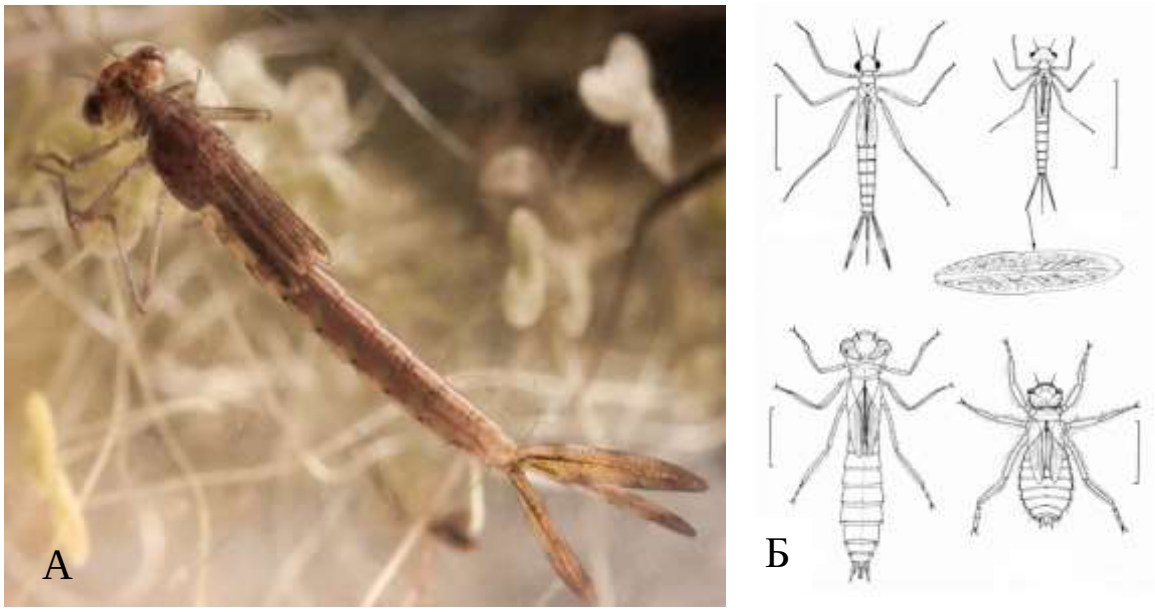

Рис. 2. (А) Личинка равнокрылой стрекозы (Dokkum, 2015); (Б) личинки равнокрылых и разнокрылых стрекоз (Askew, 2004).

На груди у личинок помимо зачатков крыльев располагаются пары длинных ног, по строению аналогичные имаго. Брюшко состоит из 12 сегментов, два из которых — рудиментарные. На конце брюшка у личинок разнокрылых стрекоз находится анальная пирамида, у равнокрылых — три хвостовые трахейные жабры (лепестки): две парные и одна непарная. Дыхание у личинок стрекоз трахейное. Оба подотряда дышат с помощью накачивания воды в заднюю кишку, но равнокрылые стрекозы также используют свои хвостовые жабры (Дьяконов, 1926; Попова, 1953).

Личиночная стадия стрекоз позволяет избежать конкуренции за пищу (от мелких ракообразных до водных личинок насекомых), но, чтобы свести к минимуму шанс скрещивания между близкими видами, личинки вылетают (превращаются из последней личиночной стадии в имаго) в разное время. Вопросами лета насекомых и иных сезонных явлений, а также причинами изменений сроков этих явлений занимается фенология (Шульц, 1981).

Ранее уже проводились исследования, связанные с фенологией стрекоз (Попова, 1953; Онишко, 2021), но за прошедшее время сроки лета каких-то видов могли измениться вследствие разных причин: увеличение (или же, наоборот, уменьшение) популяции стрекоз, небольшое изменение климата, флоры и фауны водоема, где проживали представители каких-то видов, и других перемены в биоценозах, где фигурируют стрекозы. Также мы предполагаем, что сроки лета разных видов могут

варьировать в разных регионах. Поэтому одной из задач нашей работы является изучение фенологии стрекоз.

Можно определить примерное время лета того или иного вида, если знать длину тел личинок в определенные недели или месяцы, так как любая личинка перед перевоплощением достигает некоторых определенных размеров. На основании этого мы хотим сравнить максимальную длину тела личинок из разных литературных источников с нашими данными и понять, насколько личинка была далека от размеров своей последней линьки, и, следовательно, когда вылетела бы стрекоза: в период сбора данных, раньше или же позже него. Также мы хотим посмотреть, отличаются ли данные из литературы от данных, которые мы и наши предшественники получили за последние четыре года в двух областях: Ленинградской и Ярославской (рис. 3) (Начатой и др., 2020; Вереникина и др., 2023).

Рис. 3. Карта России с изученными нами областями. Оранжевым цветом Ленинградская область, а красным Ярославская. Изображение с сайта wikipedia.org с изменениями.

Другой важной тематикой нашей работы стало дополнение уже существующих списков стрекоз Ярославской области и окрестностей поселка Борок. В 2003 году была опубликована работа, автором которой было собрано 36 видов на территории Ярославской области (Викторова, 2003). В 2020 году была проведена работа, где в национальном парке «Плещеево озеро» Ярославской области было найдено 26 видов, в том числе и *Libellula fulva*, впервые пойманная в Ярославской области (Власов, 2020). Через три года была проведена работа (Вереникина и др., 2023), в которой был

составлен список из 44 видов, подтвержден вид *Libellula fulva*, а также были найдены новые для Ярославской области — *Aeschna viridis* и *Somatochlora arctica*.

Наша работа посвящена изучению фенологии стрекоз Ярославской и Ленинградской областей и их фауны в окрестностях поселка Борок Ярославской области.

Цель работы.

Продолжить изучение фауны и фенологии стрекоз окрестностей поселка Борок Ярославской области и сравнить полученные данные с имеющимися.

Задачи.

1. Дополнить аннотированный список стрекоз Ярославской области.
2. На основании длин личинок стрекоз из других сборов, в том числе сделанных в предыдущие годы, сделать выводы о фенологии стрекоз окрестностей поселка Борок.
3. Сравнить эти данные с полученными в ходе других полевых исследований в Ленинградской области.

Методика

В период с 7 июня по 5 июля на стационаре «Сунога» (2 км южнее поселка Борок, Некоузский район Ярославской области) примерно с 9:00 до 13:00 мы обходили пруды в окрестностях стационара (рис. 4), некоторые места вдоль берега реки Сунога (1.5 – 2 км южнее поселка Борок), открытые луговые пространства (1 км южнее поселка Борок), реку Ильд в окрестностях поселка Марьино (6.7 км южнее поселка Борок) (рис. 5), а также Барский пруд (рис. 6) для ловли стрекоз на различных стадиях развития.

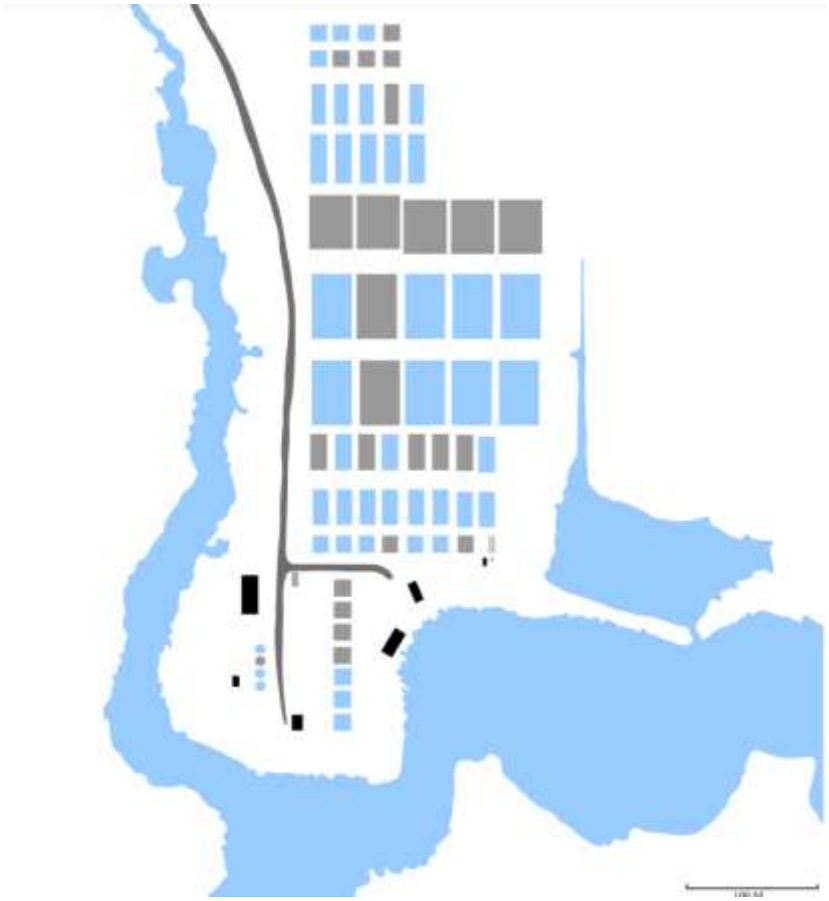

Рис. 4. Пруды в окрестностях стационара, а также р. Сунога, где проводились сборы.

Рис. 5. река Ильд в окрестностях поселка Марьино (6.7 км южнее поселка Борок). Карта взята с сайта Google Maps.

Рис. 6. Барский пруд (окрестности поселка Борок). Карта взята с сайта Google Maps.

Для их сбора нами были использованы энтомологические сачки для прицельного лова, морилки с этилацетатом, банки для проб. Имаго были размещены на ватных матрасиках (рис. 7) и на булавках в энтомологических коробках, личинок мы помещали в пробирки с 96% этиловым спиртом и этикетировали, записывая дату и место ловли. В сумме в окрестностях стационара «Сунога» поселка Борок ЯО мы собрали 305 имаго и 115 личинок. После определяли каждый собранный нами вид. Имаго по определителю «Стрекозы Восточной Европы и Кавказа: Атлас-определитель» (Скворцов, 2010), личинок по «Определителю пресноводных беспозвоночных России» (Харитонов, 1997). Каждый определенный вид был зафиксирован в списке, который сравнивался с данными в статье Вереникиной и др. (2023) и с информацией о разнообразии видов по Ярославской области с сайта iNaturalist.

Рис. 7. Ловля личинок стрекоз сачком (слева) и имаго стрекозы *Somatochlora metallica* на ватном матрасике (справа).

Помимо разнообразия видов мы занимались фенологией стрекоз. В первую очередь, сравнением наших данных о времени лета разных видов стрекоз с представленными в книге «Стрекозы России: Иллюстрированный атлас-определитель» (Онишко, Костерин, 2021). Для определения возраста личинки и установления по нему примерного времени лета в данном регионе мы измеряли длину каждой пойманной личинки, личинки равнокрылых стрекоз с учетом антенн и жаберных придатков. Для этого мы использовали бинокуляр с окуляром-микрометром и штангенциркуль, данные об измерениях с точностью до 0.1 мм были зафиксированы в таблице и сравнивались с материалами в «Личинках стрекоз фауны СССР» (Попова, 1953). Эта таблица затем была дополнена информацией по стрекозам Ленинградской и Тверской областей, взятой из работы Начатого и др. (2020), и данными с сайта iNaturalist (2023). Данные были дополнительно расширены за счет измерения личинок из Нижне-Свирского заповедника, собранных в ходе исследования Начатого и др. (2020). Измеряли тем же способом, что и в стационаре «Сунога».

Далее была проведена статистическая обработка данных в среде R (R Core Team, 2023), и построены графики при помощи библиотеки ggplot2.

Результаты

Нам удалось поймать и отметить 26 видов для Борка, из восьми семейств. На данный момент, аннотированный список стрекоз для поселка Борок состоит из 29 видов (три вида нами не были пойманы, но были собраны в прошлом году). Четыре вида – новые: *Onychogomphus forcipatus*, *Orthetrum cancellatum*, *Lestes virens*, *Sympecma fusca*. Вид *Aeschna viridis*, впервые отмеченный для Ярославской области в прошлом году, был пойман нами и подтвержден (Вереникина и др., 2023). Также мы объединили наш список со списком, составленным в прошлом году по данным с прошлого года (Вереникина и др., 2022), сайта www.inaturalist.org и определителя Скворцова (2010), и получили актуальный аннотированный список стрекоз Ярославской области. В настоящее время список стрекоз Ярославской области — 46 видов, так же из восьми семейств.

Ниже представлена диаграмма (рис. 8) длин личинок разных видов, собранных нами в окрестностях поселка Борок. По горизонтальной оси отложено время лета по Поповой (1953), по вертикальной – длина тела личинок. В самом ящике жирными линиями обозначены медианы длин, а его границы соответствуют нижнему и верхнему квартилям. «Усы» показывают интервал, соответствующий полутора межквартильным размахам, или 95%-му доверительному интервалу. Поскольку количество личинок каждого вида сильно варьировало, некоторые из них представлены довольно малой выборкой (менее 10 экземпляров), дисперсии каждой выборки довольно сильно отличаются. Исходя из вышеперечисленных фактов, для расчета p (табл. 1) мы решили использовать t-тест (t-критерий) Уэлча, который в отличие от классических тестов Стъюдента не требует равенства математических ожиданий выборок.

Таблица 1. Значения p для диаграммы времени лета стрекоз по данным сайта iNaturalist и длины тела их личинок на территории Ярославской области (рис. 8). Заливкой обозначены значения, близкие к нулю.

Sympecma fusca	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Somatochlora metallica	1	1	1	1	1	1	1	1	$9 \cdot 10^{-2}$
Libellula quadrimaculata	1	1	1	1	1	1	1		$9.5 \cdot 10^{-2}$
Lestes virens	1	1	1	1	1	1			$1.4 \cdot 10^{-1}$
Lestes sponsa	1	1	1	1	1	$8.3 \cdot 10^{-2}$			$1.4 \cdot 10^{-1}$
Enallagma cyathigerum	1	1	1	1	$8.6 \cdot 10^{-3}$	$1.5 \cdot 10^{-2}$	$4 \cdot 10^{-3}$	$3.5 \cdot 10^{-3}$	1
Coenagrion hastulatum	1	1	1	$5 \cdot 10^{-1}$	$1.1 \cdot 10^{-1}$	$3.2 \cdot 10^{-1}$	$9.5 \cdot 10^{-2}$	$9 \cdot 10^{-2}$	1
Calopteryx splendens	1	1	$5 \cdot 10^{-1}$	1	$2.7 \cdot 10^{-2}$	$1.1 \cdot 10^{-1}$	$4 \cdot 10^{-3}$	$3.5 \cdot 10^{-3}$	1
Aeshna viridis	1	$2 \cdot 10^{-1}$	$6.7 \cdot 10^{-1}$	$2 \cdot 10^{-1}$	$3.5 \cdot 10^{-2}$	$1.5 \cdot 10^{-1}$	$1.8 \cdot 10^{-2}$	$1.7 \cdot 10^{-2}$	$6.7 \cdot 10^{-1}$
	Aeshna viridis	***Calopteryx splendens***	***Coenagrion hastulatum***	***Enallagma cyathigerum***	***Lestes sponsa***	***Lestes virens***	***Libellula quadrimaculata***	***Somatochlora metallica***	***Sympecma fusca***

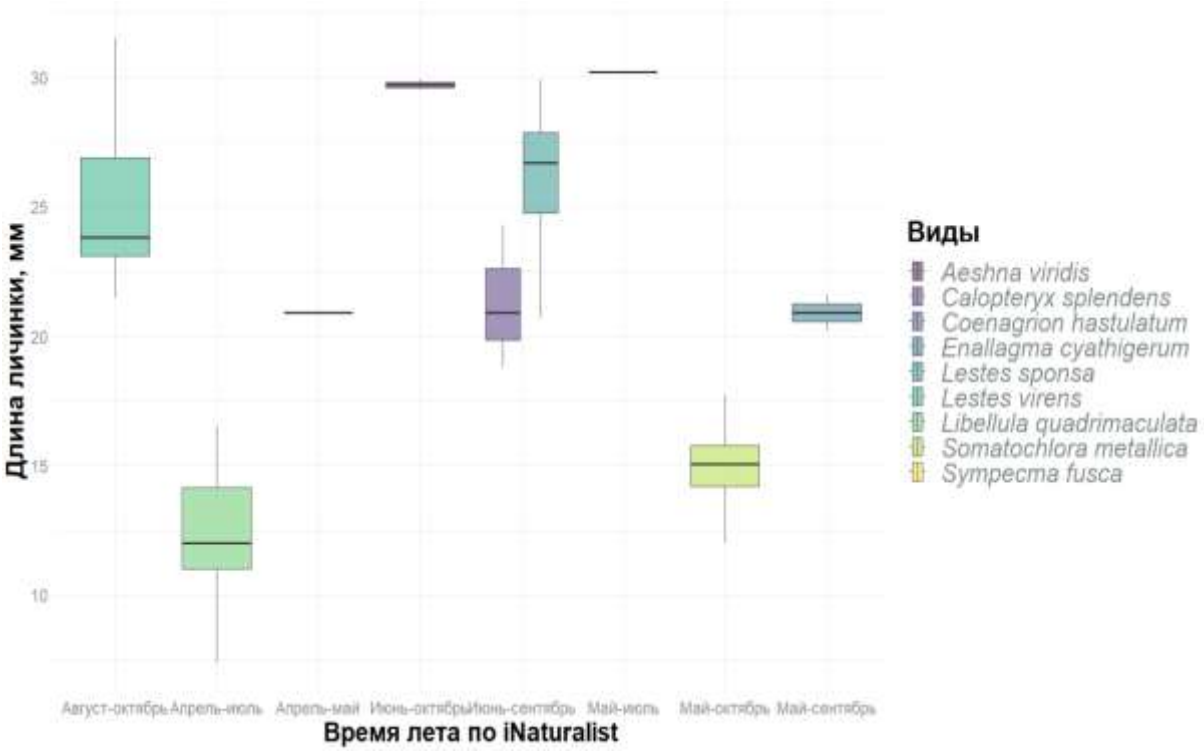

Рис. 8. Время лета стрекоз по данным сайта iNaturalist и длины тела их личинок на территории Ярославской области.

Иллюстрируя сказанное выше о разницах в размере выборок, мы построили диаграммы с соотношением собранных нами видов личинок (рис. 9Б), имаго стрекоз по Ярославской (рис. 9В) и личинок по Ленинградской (рис. 10) области, цветом на них отмечены виды, числами – количество особей определенного вида, деленное на количество всех стрекоз в процентах. А также диаграмму с соотношением собранных нами стрекоз (личинок и имаго, соответственно) по Ярославской области (рис. 9А). При построении диаграмм по имаго и стрекозам в целом по Ярославской области были исключены данные по четырем видам (*Lestes sponsa, Sympetrum sanguineum, Calopteryx splendens* и *Sympetrum flaveolum*), которые преобладали над всеми остальными видами. Вместе они составляли более 75% от общей численности пойманных нами имаго, при этом преобладал вид *Lestes sponsa* (более 35%).

В дополнение хочется упомянуть, что у имаго пойманных нами стрекоз мы заметили ясно выраженный половой диморфизм, а у личинок же, напротив, мы никаких межполовых различий не наблюдали.

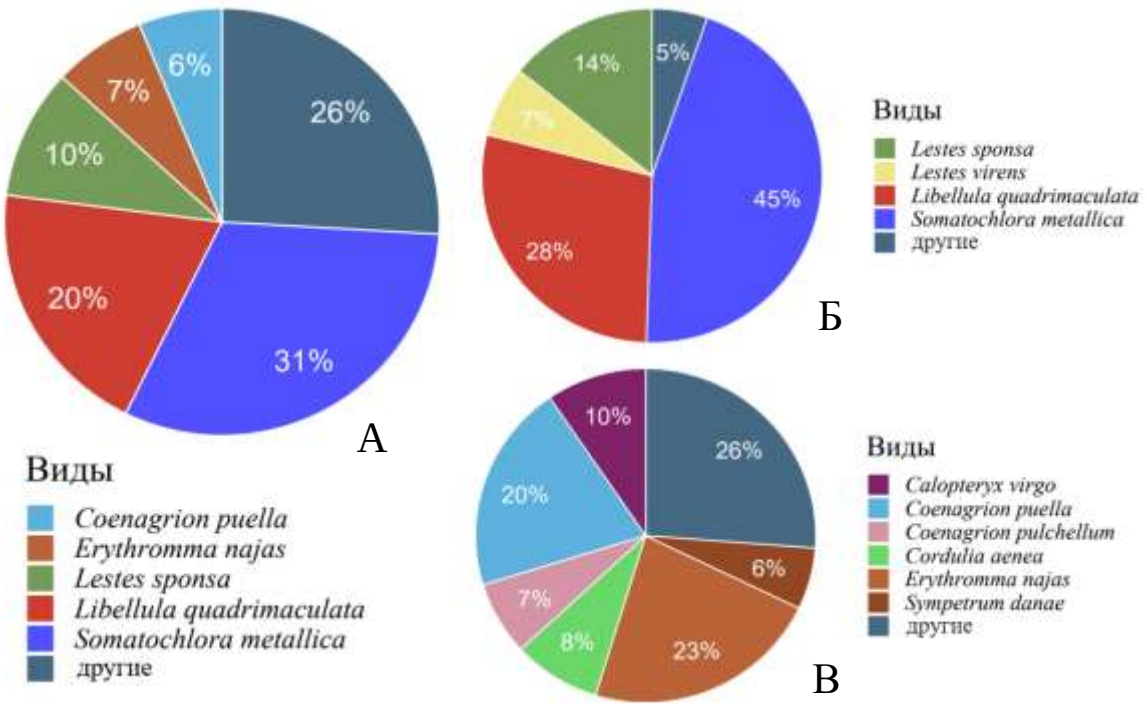

Рис. 9. Относительные числа собранных стрекоз в Ярославской области. В раздел «Другие» вошли виды, процент которых составил менее пяти. А: все стрекозы; Б: личинки; В: имаго. На диаграмме В нет таких видов, как *Sympetrum flaveolum*, *Calopteryx splendens*, *Lestes sponsa*, так как их выборка была больше 30, поэтому для демонстрации большего числа видов мы не учитывали их здесь.

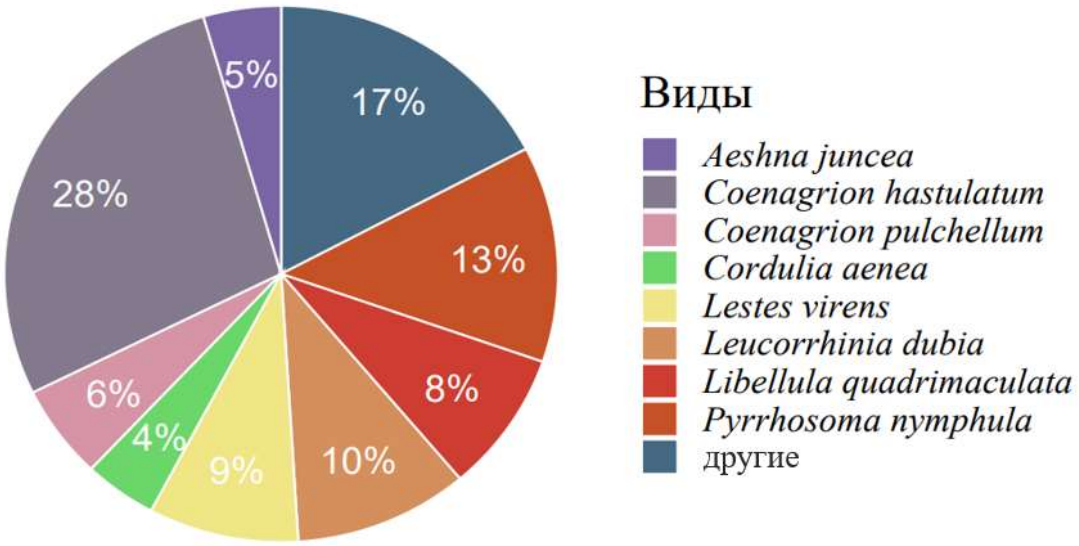

Рис. 10. Относительные числа собранных и измеренных личинок стрекоз в Ленинградской области. В отдел «Другие» вошли виды, процент которых составил менее пяти.

По этим данным нам удалось рассчитать индексы разнообразия и справедливости Шеннона, отражающий равномерность распределения видов в сообществе (табл. 2), а также индексы альфа-разнообразия Шеннона для разных водоемов Ярославской и Ленинградской области соответственно (табл. 3).

Таблица 2. Индексы разнообразия и справедливости Шеннона для двух изученных областей: Ярославской и Ленинградской.

Область	**Индекс разнообразия**	**Индекс справедливости**
Ярославская	2.35	0.72
Ленинградская	2.34	0.76

Таблица 3. Индексы Шеннона для альфа-разнообразия отдельных водоемов Ленинградской и Ярославской областей.

Место	**Ленинградская область, α-разнообразие**	**Ярославская область, α-разнообразие**
Реки со слабым течением	р. Свирь — 0.69; р. Гумбарка — 1.67	р. Сунога — 2.09
Реки с сильным течением	р. Ситика — 1.48	р. Ильд — 1.04
Стоячие озера / мочажины	Водный Стадион — 1.68	пруд Барский — 1.56

Ниже представлена диаграмма (рис. 11) длин тел тех личинок, которые были отмечены в обеих областях: *Lestes sponsa, Lestes virens, Libellula quadrimaculata, Somatochlora metallica*. Обозначения аналогичны диаграммам выше (рис. 8). Для нее мы рассчитали значения p с помощью теста Стьюдента (табл. 4).

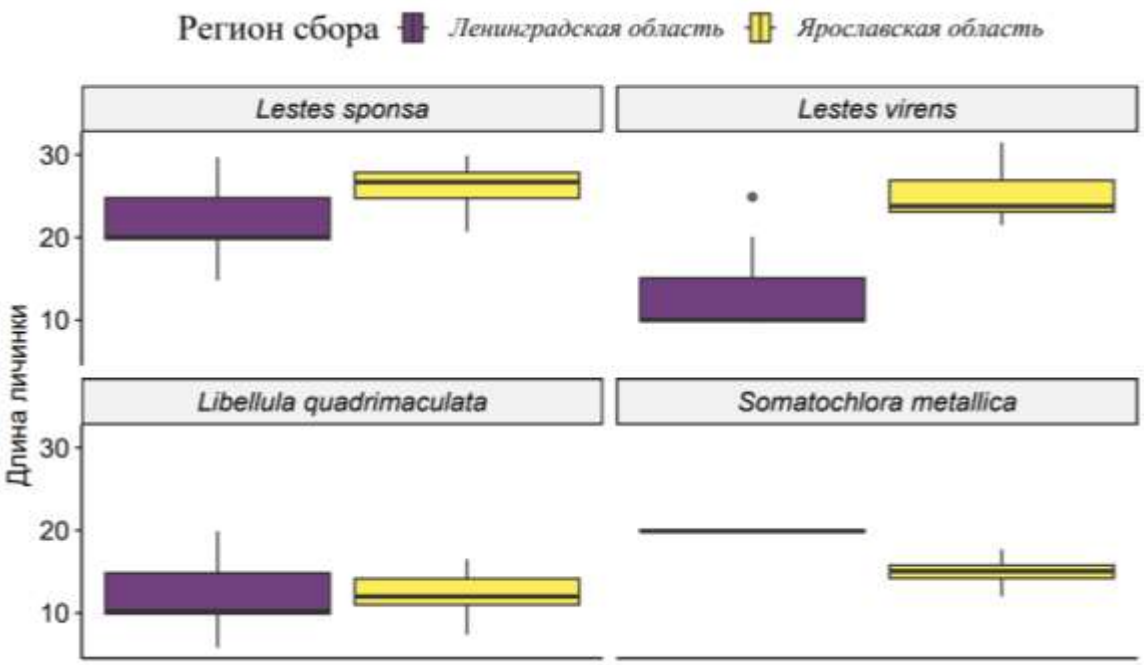

Рис. 11. Длина тела личинок отдельных видов стрекоз Ленинградской и Ярославской областей

Таблица 4. Значения p для диаграммы по Ярославской и Ленинградской области (рис. 8)

Вид	**Значение p**
Lestes sponsa	$1.08 \cdot 10^{-2}$
Lestes virens	$4.49 \cdot 10^{-11}$
Libellula quadrimaculata	$9.82 \cdot 10^{-1}$
Somatochlora metallica	$2.00 \cdot 10^{-17}$

Обсуждение

Хотелось бы обратить внимание на уникальный род стрекоз — р. *Epiophlebia*, обитающий в точечных ареалах субтропических гор Азии. Интересно, что их личинки на последних стадиях ведут наземный образ жизни, что характерно для мезозойских стрекоз. Пока ещё не описаны личинки, обитающие в горных лесах Вьетнама и Непала, об этом роде в принципе известно не так много, а потому все еще происходят открытия новых интересных видов. (Д. М. Палатов, личное сообщение).

В случае с фаунистикой все виды, найденные в ранних работах были подтверждены не только нашей, но и предыдущими. По сравнению с прошлым годом (Вереникина и др., 2023), нами не были подтверждены три вида: *Gomphus vulgatissimus, Somatochlora arctica* и *Aeschna grandis*, но последний встречался и раньше, в работе Перовой (2015).

Длина личинок *Lestes sponsa* в Ярославской области (ЯО) (26.7 ± 2.2 мм) достоверно отличается от длины в Ленинградской области (ЛО) (20 ± 4.3 мм) (рис. 11). Максимальная длина по литературе = 26.5 мм (Попова, 1953), наши данные сходятся с литературными: личинки в ЯО примерно таких же размеров, а в ЛО вид вылетает позже, чем в ЯО. В одной из работ Тарановой (1976, 1977), где изучались размеры личиночных стадий *Lestes sponsa, Lestes dryas* и *Sympetrum hastulatum* (нами подробно рассматривался только первый вид), личинки *Lestes sponsa* были меньше наших: 20±0.29 мм на финальной стадии. Возможно, за время между исследованиями вылет этого вида стал происходить позднее.

Аналогичная ситуация с видом *Lestes virens*: длина в ЯО = 23.8 ± 3.3 мм, в ЛО = 9.95 ± 4.1 мм. Этот вид вылетает в ЯО сильно раньше.

В случае с видом *Libellula quadrimaculata* длина в ЯО = 12 ± 2.1 мм, длина в ЛО = 10.2 ± 4.6 мм, разница небольшая, но оба вида сильно отличаются от литературы, где максимальное значение = 28 мм. В основном этот вид вылетает позже, чем в период июнь–июль. Таранова (1980) писала, что этот вид зимует в качестве личинки на финальной стадии. Скорее всего, собранные нами личинки находятся на средней стадии, поэтому такое отличие от литературных данных. Вид *Somatochlora metallica* по литературе достигает 24 мм, но в ЯО длина = 15.05 ± 1.2 мм, а в ЛО = 19.9 ± 0.15 мм, поэтому можно сказать, что либо вид вылетает позже июля, либо же наоборот значительно раньше.

Таблица 5. Сводная таблица результатов, полученных по четырем видам. В ней приведены медианы, а погрешностью является стандартное отклонение.

	Длина в Ярославской области (мм)	**Длина в Ленинградской области (мм)**	**Длина по Поповой (мм)**	**Время лета по Поповой**	**Время лета по литературе (iNaturalist)**
Lestes sponsa	26.7 ± 2.2	20.0 ± 4.3	26.5	Июнь-сентябрь	Июнь-сентябрь
Lestes virens	23.8 ± 3.3	24.9	22.0	Июнь-октябрь	Июнь-октябрь
Somatochlora metallica	15.05 ± 1.2	19.9 ± 0.15	24.0	Май-август	Май-октябрь
Libellula quadrimaculata	12.0 ± 2.17	10.2 ± 4.64	28.0	Май-август	Апрель-июль

У родственных видов *Lestes virens* и *L. sponsa* время лета несколько отличается, однако есть общий период «август—сентябрь» (рис. 8), но мы не видели одновременно два вида в качестве имаго. То есть в период вылета вида *L. sponsa* вид *L. virens* преобладал в качестве личинок (нами не было поймано ни одного имаго). Скорее всего, у этих двух видов время вылета отличается для избежания гибридизации между ними. У *Coenagrion hastulatum* (время лета: май—июль) медиана длины около 30 мм, максимальная длина по Поповой (1953) равна 23 мм. В этом случае наши данные сходятся с данными из литературы: нами было поймано довольно большое количество имаго этого вида. В работе Тарановой (1980) говорилось, что этот вид вылетает одним из первых, что нами не было опровергнуто. У вида *Enallagma cyathigerum* (время лета: май—сентябрь) медиана длины личинок около 22 мм, длина по литературе = 20 мм. Видно, что длина *Enallagma cyathigerum* по нашим данным не сильно больше длины из литературы, поэтому скорее всего, они начинают летать не с мая, а с июня или даже с середины июня.

У вида *Calopteryx splendens* ситуация иная: по Поповой (1953) максимальная длина 34 мм, а исходя из диаграммы, медиана длины тела наших стрекоз около 21 мм. При этом имаго этого вида были пойманы, так что сроки лета (июнь—сентябрь) сходятся с нашими данными, а разница в длинах может быть вызвана тем, что личинки длиной 34 мм вылетают позже, чем пойманные нами. Вид *Libellula quadrimaculata* скорее всего летает позже, нежели с апреля по июль, это уже рассматривалось раннее.

Диаграммы (рис. 9) подтверждают выдвинутые раннее гипотезы о лете видов *Libellula quadrimaculata* и *Somatochlora metallica*: было поймано очень много личинок этих стрекоз, но мало имаго. На круговой диаграмме по всем стрекозам (рис. 9А) их процент от общего числа стрекоз большой за счёт пойманных личинок. Также 10% от общего числа экземпляров составляет вид *Lestes sponsa*, но здесь иная ситуация. Было поймано в равной мере большое количество как и личинок, так и имаго этого вида, к тому же, нам удалость застать период смены стадий этого вида в начале июля. Из этого можно сделать вывод, что срок массового лета этого вида — июнь-июль. В работе Тарановой (1976) также говорилось о том, что вид вылетает с начала июня, а массово — с начала июля, здесь мы подтвердили ранние исследования.

Вид *Lestes virens* составляет большую часть от всех личинок, но при этом незначительную от имаго, поэтому скорее всего лет этого вида произошел позже. В литературе сроки от июня до октября, но по нашим данным они летают скорее с середины июля, нежели с июня. Обратная ситуация с *Coenagrion puella*: было поймано множество имаго (20% от имаго всех стрекоз), но практически не было личинок. Это говорит о том, что лет произошел сильно раннее, к тому же, во время ловли личинок мы видели множество спаривающихся пар стрекоз этого вида.

Подытоживая, можно отметить, что разнообразие пойманных экземпляров выше у имаго (рис. 9С): 26% составляют виды, чье соотношение к общему числу пойманных стрекоз меньше пяти процентов. То есть в случае с имаго, было собрано много разных видов, но в не очень больших количествах. С личинками ситуация не совсем такая: личинки других видов составляют лишь пять процентов, потому что и каждого вида было поймано немного, и разнообразие видов невелико.

Сравнив Ярославскую и Ленинградскую области, мы получили, что эти сообщества похожи друг на друга по видовому богатству и разнообразию, и в них нормальное распределение (табл. 2). По типам водоемов области тоже отличаются: лишь в стоячие озера / мочажины похожи друг на друга (табл. 3), в реках с разными течениями разнообразие различается. Не совсем понятно почему, но, возможно, эту тему можно оставить на будущее для исследования: как фауна и фенология стрекоз различаются в зависимости от типов водоемов.

Выводы

1. В настоящее время аннотированный список стрекоз поселка Борок Ярославской области включает в себя 29 видов, относящихся к 8 семействам, а список стрекоз Ярославской области содержит 49 видов, относящихся также к 8 семействам (обнаружено 4 новых вида для поселка Борок).
2. На территории Ярославской области разнообразие собранных в конце июня и начале июля видов имаго стрекоз выше, чем личинок.
3. Ленинградская и Ярославская области имеют схожее богатство и разнообразие видов стрекоз, но общих видов для обоих регионов только 16%.
4. При этом у общих видов различаются сроки лета и размеры личинок.

Благодарности

Мы благодарны администрации Института биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, в особенности А. В. Крылову, за возможность проведения исследований на территории стационара «Сунога», также С. М. Глаголеву, Е. В. Елисеевой и П. А. Волковой за организацию летней практики. За помощь в сборе материала мы признательны А. Ровинскому, Е. Федорову, В. Нецветаеву, Л. А. Абрамовой, А. Кириной, П. Досковской и другим участникам практики. Мы благодарны Д. М. Палатову за рецензирование нашей работы. За помощь в поиске литературы отдельно благодарим Д. В. Власова и А. А. Прокина. Мы также благодарим О. В. Иванову, К. Семутникова, М. Яворского и Н. С. Глаголеву за приятную обстановку в лаборатории.

Список литературы

Вереникина Ю., Владимиров И., Рахимова Ф. [Интернет документ] 2023. Фауна стрекоз (Insecta: Odonata) окрестностей поселка Борок Ярославской области и анализ изменчивости формы глаз семейств Libellulidae и Corduliidae. [URL: https://bioclass.ru/wp-content/uploads/2023/10/Odonaъtes2022.pdf]

Викторова Е. А. 2003. Фауна стрекоз (Odonata) Ярославской области. Депонирована в ВИНИТИ.

Власов Д. В. 2020. Стрекозы (Insecta: Odonata) национального парка «Плещеево озеро» (Ярославская область). Научные труды государственного природного заповедника «Присурский». Ч: 35. 232 с.

Дьяконов А. М. 1926. Наши стрекозы: Определитель стрекоз и их личинок. М.; Л.: Государственное изд-во. 76 с.

[Интернет документ] [URL: https://www.inaturalist.org/observations?project_id=93973]

Начатой В., Тищенко М., Хорхордина П. 2020. Фауна стрекоз (Insecta: Odonata) Нижне-Свирского государственного природного заповедника и Удомельского района Тверской области, а также изменчивость крылового четырехугольника Dy некоторых видов. Научно-практическое обозрение. 5: 53-75.

Онишко В. В., Костерин О. Э. 2021. Стрекозы России. Атлас-определитель. М.: Фитон XXI. 480 с.

Попова А. Н. 1953. Личинки стрекоз фауны СССР (Odonata). М.; Л.: Издательство академии наук СССР. 236 с.

Попова О. Н. 2019. Стрекозы — мост между водными и наземными экосистемами. Природа. 8. С. 30–43.

Скворцов В. Э. 2010. Стрекозы Восточной Европы и Кавказа. Атлас-определитель. М.: Товарищество научных изданий КМК. 623 с.

Таранова В. М. 1980. Сезонное развитие фауны стрекоз (Odonata) прибрежья рыбинского водохранилища и прилегающих к нему водоемов. В кн.: А. И. Шилова (ред.). Биология, морфология и систематика водных беспозвоночных. Труды, вып. 41. Л.: Наука. 145 с.

Таранова В. М. 1976. Развитие и рост некоторых видов стрекоз (Odonata). В кн.: Б. А. Ванштейн (ред.). Биология и систематика водных беспозвоночных. Труды, вып. 34. Л.: Наука. 88 с.

Таранова В. М. 1975. Материалы по фауне стрекоз (Odonata) Рыбинского водохранилища и прилегающих водоемов. В кн.: Н. В. Буторин (ред.). Биология внутренних вод. Информационный бюллетень 26. Л.: Наука. 45 с.

Таранова В. М. 1976. Жизненный цикл *Sympetrum vulgatum* L. (Odonata). В кн: М. М. Камшилов (ред.). Биология внутренних вод. Информационный бюллетень 32. Л.: Наука. 33 стр.

Таранова В. М. 1977. Стадии развития личинок *Coenagrion hastulatum* Charp. (Odonata, Coenagrionidae). В кн.: Ф. Д. Мордухай – Болтовской (ред.). Биология внутренних вод. Информационный бюллетень 34. Л.: Наука. 44 стр.

Харитонов А. Ю. 1997. Стрекозы (Odonata) // Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 3. Паукообразные и низшие насекомые. Л.: Наука. С. 222–246.

Шульц Г. Э. 1981. Общая фенология. Л.: Наука. 188 с.

Askew R. R. 2004. The dragonflies of Europe. Harley Books. 303 p.

[Интернет-документ] Büsse S., Helmker B., Hörnschemeyer T. 2015. The thorax morphology of *Epiophlebia* (Insecta: Odonata) nymphs – including remarks on ontogenesis and evolution. [URL: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4526886/#b5]

Carle F. L. 2012. A new *Epiophlebia* (Odonata: Epiophlebioidea) from China with a review of epiophlebian taxonomy, life history, and biogeography. Arthropod Systematics & Phylogeny. 70 (2). P: 75-83.

Dijkstra K. B. 2006. Field Guide to the Dragonflies of Britain and Europe. British Wildlife publishing. 320 p.

Dokkum P. V. 2015. Dragonflies. Yale University Press. 175 p.

Nel A., Martínez-Delclòs X., Placher J.C., Henrotay M. 1993. Les “Anisozygoptera” fossils – Phylogénie et classification (Odonata). Martinia Numéro Hors-Série. 3. 1–311 p.

R Core Team. 2023. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. [URL: https://www.r-project.org/]

Приложение 1

Аннотированный список стрекоз окрестностей поселка Борок

Условные обозначения

С-СУ — Окрестности стационара «Сунога» (2.2 км южнее поселка Борок), стоячие пруды, часть из которых заболочена.

Л-СУ — Окрестности поселка Борок, открытые луговые пространства (1 км южнее поселка Борок).

Р-СУ — 1.5–2 км южнее поселка Борок, река Сунога, течения нет.

Р-ИЛ — Окрестности поселка Марьино (6.7 км южнее поселка Борок), река Ильд, чистая вода и медленное течение.

П-БА — Окрестности поселка Борок, пруд Барский.

∞ — Число стрекоз в момент сбора на водоеме сильно преобладало по сравнению со всеми остальными или измерялось не менее, чем 30 особями.

* — новые для окрестностей поселка Борок виды.

** — виды и семейства, отмеченные в 2022 годы и не отмеченные в

2023. Для них не отмечены количество собранных особей и дата сбора

(ориентировочно с 7 июня по 5 июля 2022 года).

Подотряд Anisoptera

I. Семейство Aeschnidae

1. *Aeschna cyanea*: 02.07.23, Р-ИЛ, имаго (1);

2. ***Aeschna grandis*

3. *Aeschna viridis*: 01-03.07.23, Р-СУ, имаго (1); С-СУ (заболоченная часть), личинка (2);

II. Семейство Corduliidae

4. *Cordulia aenea*: 26-30.06.23, 02.07.23, С-СУ, имаго (5); Р-СУ, имаго (2);

5. *Epitheca bimaculata*: 25.06.23, С-СУ, имаго (1);

6. ****Somatochlora arctica***

7. *Somatochlora flavomaculata*: 02.07.23, Р-ИЛ, имаго (1)

8. *Somatochlora metallica*: 29-30.06-02.07.23, Р-ИЛ, имаго (1); С-СУ, личинка (∞); Р-СУ, личинка (∞);

III.Семейство Gomphidae

9. ***Onychogomphus forcipatus***: 02.07.23, Р-ИЛ, имаго (1);

10. ****Gomphus vulgatissimus***

IV. Семейство Libellulidae

11. *Leucorrhinia dubia*: 02.07.23, Р-СУ, имаго (1);

12. *Leucorrhinia rubicunda*

13. *Libellula depressa*

14. *Libellula quadrimaculata*: 15-30.06.23-02.07.23, С-СУ, имаго (8), личинка (12); Р-СУ, имаго (4), личинка (6); Р-ИЛ, личинка (1);

15. ***Orthetrum cancellatum***: 15-27.06.23, С-СУ, имаго (2);

16. *Sympetrum danae*: 02.07.23, Р-СУ, имаго (5);

17. *Sympetrum* flaveolum: 25-30.06.23-02.07.2023, С-СУ, имаго (∞); Р-СУ, имаго (∞); П-БА, имаго (3);

18. *Sympetrum sanguineum*: 23.06-02.07.23, С-СУ, имаго (3); Р-СУ, имаго (∞);

Подотряд Zygoptera

V. Семейство Calopterygidae

19. *Calopteryx splendens*: 02.07.23, Р-ИЛ, имаго (∞), личинка (4);

20. *Calopteryx virgo*: 30.06.23, Л-СУ, имаго (1); 02.07.23, Р-СУ, имаго (1); Р-ИЛ, имаго (6);

VI. Семейство Coenagrionidae

21. *Coenagrion puella*: 14.06-01.07.23, С-СУ, имаго (7); 01.07.23, П-БА, имаго (10); 02.07.23, Р-СУ, имаго (∞);

22. *Enallagma cyathigerum*: 01.07.23, П-БА, личинка (3); 02.07.23, Л-СУ, имаго (2);

23. *Coenagrion pulchellum*: 01.07.23, Л-СУ, имаго (6);

24. *Erythromma najas*: 24.06.23-01.07.23, С-СУ, имаго (6); 01.07.23, П-БА, имаго (3); 02.07.23, Р-СУ, имаго (10);

25. *Coenagrion hastulatum*: 01.07.23, Р-СУ, имаго (1); П-БА, личинка (1);

VII. Семейство Lestidae

26. *Lestes sponsa*: 15-24.06.23-01.07.23, С-СУ, имаго (∞), личинка (16); 01.07.23, П-БА, личинка (3); 02.07.23, Р-СУ, имаго (∞); Р-ИЛ, личинка (1);

27. **Lestes virens*: 29.06.23-01.07.23, С-СУ (заболоченная часть), личинка (10); 02.07.23, Р-СУ, личинка (3);

28. **Sympecma fusca*: —.06.23, С-СУ, имаго (1); 02.07.23, С-СУ (заболоченная часть), личинка (1);

VIII. Семейство Platycnemididae

29. *Platycnemis pennipes*: —.06.23, С-СУ, имаго (1).

Приложение 2

Аннотированный список стрекоз Ярославской области

Список был создан на основе литературных данных (Скворцов, 2010; Онишко, 2021; Власов, 2020; Викторова, 2003) и данных с сайта iNaturalist Вереникиной Ф. Ф. Рахимовой, Ю. С. Вереникиной, С.В. Тимофеевой, Н. А. Сенютиной и Н. Абрамковым. Некоторые данные с сайта iNaturalist требуют проверки.

Подотряд Zygoptera

I. Семейство Calopterygidae

1. *Calopteryx splendens* Harris, 1780 (Викторова 2003, стационар Сунога, близ поселка Борок)
2. *Calopteryx virgo* Linnaeus, 1758 (Викторова 2003, стационар Сунога, близ поселка Борок)

II. Семейство Coenagrionidae

3. *Coenagrion armatum* Charpentier, 1840 (Скворцов 2010)
4. *Coenagrion hastulatum* Vander Linden, 1825 (Скворцов 2010)
5. *Coenagrion johanssoni* Wallengren, 1894 (Скворцов 2010)
6. *Coenagrion ornatum*(?) Selys, 1850 (iNaturalist)
7. *Coenagrion puella* Linnaeus, 1758 (Скворцов 2010)
8. *Coenagrion pulchellum* Vander Linden, 1825 (Скворцов 2010)
9. *Enallagma cyathigerum* Charpentier, 1840 (Скворцов 2010)
10. *Erythromma najas* Hansemann, 1823 (Скворцов 2010)
11. *Erythromma viridulum* Charpentier, 1840
12. *Ischnura elegans* Vander Linden, 1820 (Скворцов 2010)
13. *Ischnura pumilio* Charpentier, 1825 (Скворцов 2010)
14. *Pyrrhosoma nymphula* Tillyard, 1917 (Скворцов 2010)

III. Семейство Lestidae

15. *Lestes dryas* Kirby, 1890 (Скворцов 2010)
16. *Lestes sponsa* Hansemann, 1823 (стационар «Сунога», близ поселка Борок)
17. *Lestes virens* Charpentier, 1825 (Скворцов 2010)
18. *Sympycna annulata* Selys (Викторова 2003)

19. *Sympecta paedisca* Brauer, 1877 (Власов 2020)

20. *Sympecta fusca* Vander Linden, 1820 (Скворцов 2010)

IV. Семейство Platycnemididae

21. *Platycnemis pennipes* Pallas, 1771 (Скворцов 2010)

Подотряд Anisoptera

V. Семейство Aeshnidae

22. *Aeshna cyanea* Müller, 1764 (Скворцов 2010)
23. *Aeshna viridis* Fabricius, 1775 (стационар «Сунога», близ поселка Борок)
24. *Aeshna grandis* Linnaeus, 1758 (стационар «Сунога», близ поселка Борок)
25. *Aeshna juncea* Linnaeus, 1758 (Скворцов 2010)
26. *Aeshna soneharai* Asahina, 1988 (iNaturalist)
27. *Anax imperator* Leach, 1815 (Скворцов 2010)
28. *Brachytron pratense* Müller, 1767 (Скворцов 2010)

VI. Семейство Corduliidae

29. *Cordulia aenea* Linnaeus, 1758 (Скворцов 2010)
30. *Epitheca bimaculata* Charpentier, 1825 (Скворцов 2010)
31. *Somatochlora flavomaculata* Vander Linden, 1825 (Скворцов 2010)
32. *Somatochlora metallica* Vander Linden, 1825 (стационар «Сунога», близ поселка Борок)

VII. Семейство Libellulidae

33. *Crocothemis erythraea* Brulle, 1832 (Скворцов 2010)
34. *Leucorrhinia dubia* Vander Linden, 1825 (Скворцов 2010)
35. *Leucorrhinia pectoralis* Charpentier, 1825 (Викторова 2003, iNaturalist)
36. *Leucorrhinia rubicunda* Linnaeus, 1758 (Викторова 2003, стационар «Сунога», близ поселка Борок)
37. *Libellula depressa* Linnaeus, 1758 (Викторова 2003, стационар «Сунога», близ поселка Борок)
38. *Libellula quadrimaculata* Linnaeus, 1758 (Викторова 2003, стационар «Сунога», близ поселка Борок)

39. *Libellula fulva* Müller, 1764 (Власов 2020)

40. *Orthetrum cancellatum* Linnaeus, 1758 (Скворцов 2010)

41. *Somatochlora arctica* Zetterstedt, 1840 (стационар «Сунога», близ поселка Борок)*

42. *Sympetrum danae* Sulzer, 1776 (Викторова 2003, Скворцов 2010)

43. *Sympetrum flaveolum* Linnaeus, 1758 (Скворцов 2010)

44. *Sympetrum pedemontanum* Linnaeus, 1758 (Скворцов 2010)

45. *Sympetrum sanguineum* Linnaeus, 1758 (Викторова 2003, стационар «Сунога», близ поселка Борок)

46. *Sympetrum vulgatum* Linnaeus, 1758 (Скворцов 2010)

VIII. Семейство Gomphidae

47. *Gomphus vulgatissimus* Linnaeus, 1758 (стационар «Сунога», близ поселка Борок)

48. *Onychogomphus forcipatus* Linnaeus, 1758 (Скворцов 2010)

49. *Ophiogomphus cecilia* Fourcroy, 1785 (Скворцов 2010)