

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт фундаментальной биологии и биотехнологии

институт

Кафедра водных и наземных экосистем

кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой

подпись

инициалы, фамилия

«_____» _____ 20__ г

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

06.03.01 - Биология

Структура сообществ насекомых хортобионтов в
зелёных насаждениях города Красноярска

Тема

Руководитель

подпись, дата

должность, ученая степень

В. К. Дмитриенко

инициалы, фамилия

Выпускник

подпись, дата

Ш. А. Султонов

инициалы, фамилия

Красноярск 2021

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	6
1.1 Город как среда обитания беспозвоночных животных.....	6
1.2 Влияние урбанизированной среды на насекомых.....	9
2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	25
2.1. Описание площадок.....	25
2.2. Структурное разнообразие площадок	28
2.3. Методы сбора и обработки материала	30
2.4. Расчётные индексы и коэффициенты	32
3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ	35
3.1. Первичные результаты	35
3.2. Вторичные результаты	41
3.2.1. Индексы биоразнообразия.....	41
3.2.2. Расчёт структурного разнообразия.....	42
3.2.3. Пищевые режимы.....	44
3.2.4. Сравнение зон	45
3.2.5. Экологический градиент.....	47
3.3. Обсуждение результатов.....	48
ВЫВОДЫ	50
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	51
ПРИЛОЖЕНИЕ	56

ВВЕДЕНИЕ

Испокон веков человеческая деятельность была направлена на улучшение эффективности ресурсопотребления. Основу человеческого мировоззрения составлял антропоцентризм. Суть данного идеалистического представления: «человек – центр сосредоточения всего сущего». Согласно этой парадигме, всё, что есть в природе, существует для человека. С развитием технологии данное воззрение укоренялось. Теперь не человек подстраивался под природу, а человек подстраивает природу под себя. В ходе дальнейшего технического прогресса всё сильнее и сильнее начало проявляться трансформирующее воздействие человеческой деятельности, приводящее к серьезному вмешательству в естественную окружающую среду. Города, как центр сосредоточения человеческой деятельности, отличаются от естественных экосистем. В связи с чем появляется необходимость исследования этой среды. Город представляет собой мозаику экосистем, занимающих ограниченные площади, различные по характеру использования человеком. Особый микроклимат, выборочные растительные посадки, использование средств борьбы с вредителями, наличие особых экологических ниш в биоценозах – всё это обуславливают изменение разнообразия и формирование специфических сообществ беспозвоночных животных (Тарасова, 2004). Городские экосистемы представляют собой специфическую для насекомых – филофагов среду обитания. С одной стороны, наблюдается рост численности популяций насекомых – филофагов вследствие ослабления кормовых растений под влиянием поллютантов, снижается пресс паразитов и хищников. С другой стороны, «островная» пространственная структура зеленых насаждений городов, а вместе с этим и «островная» пространственная структура популяций насекомых – филофагов, затрудняет миграции особей от «острова» к «острову». Прямое воздействие на насекомых аэрополлютантов ухудшает качество корма при сильном воздействии на растительность, приводят к снижению численности

насекомых – филофагов и даже вымиранию отдельных видов. Такое комплексное воздействие негативных факторов, по словам В.Г. Страгнитского, определяет существование урбанистического градиента (Борисова, 2004).

Актуальность: Изменение среды большого участка земли вследствие её урбанизации приводит к формированию новых экосистем, не свойственных природным экосистемам данного региона, что сопровождается преобразованием биотических сообществ (Белицкая, 2016). Насекомые быстро реагируют на любые изменения экологической ситуации, поэтому являются удобным объектом для исследований, могут служить модельной группой для прогнозирования состояния биоты экосистем (Гончарук, 2016).

Изучение населения насекомых в городских ценозах позволяет оценить их состояние по целому комплексу биотических показателей, на которые совместно влияют все компоненты соответствующего биогеоценоза. Однако городская фауна насекомых, несмотря на их существенную роль в урбанизированных экосистемах и хозяйственное значение, остаётся одной из наименее изученных групп. В современной научной литературе недостаточно внимания уделяется изучению особенностей фауны зеленых насаждений урбанизированных и лесоаграрных экосистем (Белицкая, 2018). Особенно это касается сибирских городов, где специального комплексного исследования фауны и экологии насекомых, населяющих травянистый ярус (хортобионтов) ранее не проводилось (в г. Красноярске, например, изучались только дендробионты, Тарасова, 2004, 2013). Хортобионтное сообщество разнородно как по видовому составу, так и по экологическим предпочтениям отдельных представителей. Характеристики видов, способных сохраняться в городской среде, заслуживают дальнейшего изучения с целью достижения более точного понимания функционирования городских экосистем (Marie-Hélène Lizée, 2011).

Цель работы: изучить структуру комплексов насекомых–хортобионтов в зелёных насаждениях города Красноярска.

В соответствии с целью были поставлены следующие задачи:

- 1) Выявить таксономическое разнообразие хортобионтных насекомых различных биотопов региона исследования.
- 2) Охарактеризовать структуру хортобионтной фауны насекомых в различных биотопах региона исследования.
- 3) Сопоставить показатели таксономического разнообразия и структуры энтомокомплексов.
- 4) Проанализировать таксономическое и количественное сходства энтомокомплексов различных биотопов.
- 5) Проанализировать положения на градиенте структуры сообщества хортобионтных насекомых.

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Город как среда обитания беспозвоночных животных

Урбанизация – сложное явление, представляющее собой комплекс соподчинённых факторов, связанных с высокой концентрацией людей и их деятельностью на ограниченной территории. В этот комплекс входят промышленное и автотранспортное загрязнение, рекреация, фрагментация местообитания, особый микроклимат¹, интродукция растений и другие факторы. Воздействие этих факторов в конечном итоге приводит к формированию специфичных экосистем, отличающихся от исходных по многим параметрам (Клауснитцер, 1990).

Основные отличительные черты городской экосистемы (по Литвенковой, 2005):

1) **Своеобразная трофическая структура.** Автотрофы здесь носят преимущественно эстетическую, рекреационный характер, около половины первичной продукции вывозится на свалки. Видовое разнообразие гетеротрофов снижено.

2) **Город – зависимая экосистема.** Вся энергия приходит извне. Своего производства кислорода недостаточно. Так, в среднем город потребляет 30 млн. т кислорода, производя 25-30 тыс. т (дефицит 29,7 млн. т, для покрытия которого требуется озелененная территория 5000-6000 тыс. га). Город выкачивает грунтовые воды или же снабжается водой из ближайших водоемов.

3) **Город отличается интенсивным расходом энергии на единицу площади.** Потребность в энергии плотно населенных индустриально-

¹Микроклимат – комплекс атмосферных условий (прежде всего, совокупность физических свойств воздуха – температуры, влажности, подвижности, атмосферного давления) на небольших пространствах, обусловленных особенностями местности (биотопа: луга, степи, поля, лесополосы, леса) (Павлов, 2019).

городских районов на 2-3 порядка выше потока энергии, поддерживающего жизнь в естественных экосистемах, субсидируемых Солнцем.

4) Город – аккумулярующая система. Города производят огромное количество отходов. Часть веществ оседает в водоемах, отлагается в почве. Ежегодно городом-миллионером производится и в основном накапливается на окружающих территориях около 3,5 млн. т твердых и концентрированных отходов примерно следующего состава (тыс. т): зола и шлаки теплоэлектростанций – 550; твердые остатки из общей канализации – 420; древесные отходы – 400; твердые бытовые отходы – 350; строительный мусор – 50; автопокрышки – 12; бумага – 9; текстиль – 8; стеклом – 3.

5) Город – неравновесная экосистема. В отличие от природных экосистем развитие города определяется не естественным отбором и другими природными процессами, а деятельностью человека. За счет концентрации людей в городе отношение фитомассы к зоомассе иное, чем в естественной природе. Пищевые цепи нарушены. Процессы потребления ресурсов и выделения отходов сильно отличаются от круговорота веществ в природе.

6) Город – конгломерат искусственных экологических микросистем: зданий и сооружений жилой, промышленной и коммунально-складской застройки.

С экологических точки зрения край можно представить, как биоэкономическую территориальную систему (БТС), в которой выделяют три урбоэкологические зоны: *хозяйственной активности, экологического равновесия и буферную* (рисунок 1).

Зоны наибольшей хозяйственной активности – это наиболее плотно заселенные территории с сильным техногенным воздействием: промышленность, сельское хозяйство. Здесь очень высокое влияние рекреации² на местную флору и фауну. Рекреационное воздействие может

²Рекреация – воздействие человека на окружающую среду во время отдыха (Хабибулин, 2011).

проявляться в вытаптывании травы, повреждении древесно-кустарниковой растительности, нарушении мест гнездовых и укрытий животных, шумовом загрязнении, вносе и выносе вещества и энергии и др. (Хабибулин, 2011).

Зоны экологического равновесия. Здесь сохраняют ландшафты, необходимые для воспроизводства природных ресурсов. Проводят мероприятия по защите окружающей среды, сохранению водного баланса, ограничивают промышленное использование земель, запрещают хозяйственную вырубку лесов, поддерживают лесистость в пределах 40—50%.

Буферные зоны несут функции компенсации экологической неполноценности региональных систем расселения в наиболее заселенных районах страны. Они также обеспечивают экологическое равновесие в перспективе при дальнейшем хозяйственном развитии регионов (Литвенкова, 2005).

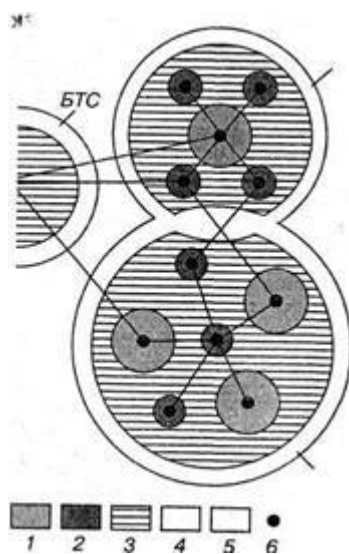


Рисунок 1 - Схема экологического каркаса пространственной организации расселения (Литвенкова, 2005)

Примечание: 1 - зона наибольшей хозяйственной активности; 2 - то же, ограниченного развития; 3 - то же, экологического равновесия; 4 - буферная зона; 5 - компенсационная зона; 6 - города, центры планировочных образований; БТС - биоэкологическая территориальная система.

Работа О.В Тарасовой «Экосистемы в городской среде: структура, состояние, устойчивость, управление» (2013) раскрывает нам понятие «город

как экосистема» в г. Красноярске. Основным источником загрязнения атмосферного воздуха в г. Красноярске является металлургическое производство, ТЭЦ, автотранспорт. Все эти источники, в том числе и алюминиевый завод, расположены в черте города, что приводит к очень высокому уровню загрязнения атмосферного воздуха. Согласно данным Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Красноярскому краю (Роспотребнадзор) с 2005 по 2010 гг. наблюдается значительный рост выбросов от автотранспорта таких веществ, как диоксид азота, оксид углерода и летучие органические соединения (Шерстюков, 2007).

1.2 Влияние урбанизированной среды на насекомых

Важнейшим условием функциональной стабильности антропогенных и природных экосистем является биологическое разнообразие населяющей их биоты (Белицкая, 2018).

Начало изучения энтомофауны городских зеленых насаждений в России положил Я.Ф. Шрейнер, опубликовав в 1992 году сведения по видовому составу вредных насекомых в насаждениях Царскосельского парка Петербурга.

В самом общем виде фауну городов можно рассматривать как результат двух противоположных процессов: 1) влияние города на природную биоту, находившуюся здесь до формирования города; 2) заселение пустых урбанизированных территорий окружающей аборигенной и адвентивной биотой (Перфильева, 2018). По общей специфике урбанизированных территорий, видовой состав животных в городской среде, как правило, обеден по сравнению с составом животных большинства естественных экосистем того же региона, за исключением, может быть, состава животных–паразитов (Клауснитцер, 1990).

Энтомофауна городской экосистемы характеризуется ограниченностью таксономического разнообразия что заключается, по-видимому, в бедности флористической биомассы этих экосистем, специфике почвенного покрова, в техногенной загрязнённости всех компонентов городских экосистем, а также вследствие использования химических мер борьбы с насекомыми (инсектицидов) в рекреационных зонах городов. Вместе с тем присутствие в городах древесно-кустарниковой растительности, не свойственной данной ландшафтно-климатической зоне, обуславливает иногда внедрение в эти экосистемы отдельных видов насекомых, отсутствующих в естественных биотопах данного региона. Среди массовых насекомых в городах преобладают виды фитофаги — обитатели древесной растительности, паразиты и хищники (около 40%), тогда как видов сапрофагов гораздо меньше (около 28%), а их суммарная численность низка. Здесь мало видов обитателей почвы и травянистой растительности (Литвенкова, 2005).

С течением времени при увеличении (начала) урбанизации в естественных средах началось стремительное вымирание большинства аборигенных видов насекомых. Выжили только самые приспособившиеся (Fattorini, 2011). В большинстве случаев энтомофауна городов формируется из эврибионтов, в биологии которых уже заложены черты, позволяющие им обитать в антропогенных условиях (Мусолин, 1992). Это происходит за счёт огромного спектра толерантности ко всем внешним факторам. По мере увеличения антропогенного пресса количества видов-генералистов средних и мелких размеров увеличивается (Шиленков, 2020).

Урбанизация имеет тенденцию выступать в качестве фильтра окружающей среды, отбирая виды на основе их биологических признаков. Антропогенное нарушение и распространение человеком экзотических видов вызывают изменения в распределении видов в городских районах, причем численность многих видов сокращается (часть видов исчезает), другие, напротив, увеличивают численность (Lizée, 2011).

Оставшаяся фауна состоит из настолько толерантных видов, что дальнейшие экологические изменения оказывают на них ограниченное влияние. Например, бабочки *Papiliomachaon*, *Pierisrapae* или *Vanessa atalanta*, по сведению Simone Fattorini (2011), менее подвержены урбанизации и способны выживать даже в очень рассеянных и небольших участках подходящих биотопов в городах. Это особенность связана с высокой расселительной способностью и динамикой метапопуляции. Еще одной причиной, которая может увеличить вероятность сохранения вида в городской местности, является способность использовать разные биотопы на разных стадиях развития. Например, имаго нимфалид *Inachis io* и *Vanessa atlanta*, используют гаражи, подвалы, склады для зимовки (Fattorini, 2011).

Создание зеленых насаждений сопровождается повышением разнообразия специализированных стенотопных видов насекомых (Белицкая, 2018). Это, в свою очередь, приводит к сильной зависимости сформировавшейся фауны от внешней среды, что может вызвать снижение природной устойчивости данного сообщества и при резком изменении условий привести к гибели значительной доли энтомофауны. Но при всём при этом, такая сильная взаимосвязь может быть использовано для оценки техногенного влияния.

По мнению Б. Клауснитцера (1990), город может оказывать существенное влияние на темпы адаптивных процессов в системе «фитофаг – кормовое растение» за счет быстрого изменения отдельных характеристик растений, приспособляющихся к изменяющимся условиям городской среды. Б. Клауснитцер отмечает, что городская «фауна... большей частью состоит из иммигрантов, связанных происхождением с аграрными ландшафтами, ... лесами и пустынями, т.е. безлесными сухими ландшафтами (здесь мы не учитываем водных биотопов)». Энтомофауна урбоэкосистем сформирована из остатков существовавшей ранее биоты и привнесенных человеком видов. Её развитие идёт в основном на базе главенствующего здесь антропогенного фактора (Юркина, 2014). При изучении

распространения насекомых в городах выделяют следующие общие закономерности изменения энтомофауны по нарастанию градиента урбанизации:

- Разнообразие животных снижается от окраин к центру города (по урбанистическому градиенту), что соответствует общей реакции сообществ животных на беспокойство человека (Lizée, 2011; Шиленков, 2020). Уменьшение числа видов насекомых исследователи связывают с сокращением кормовой базы, снижением разнообразия мест обитания, повышенной смертностью под воздействием антропогенных факторов.
- Виды, связанные с центром города, очень терпимы к ряду условий (виды-генералисты), тогда как виды, связанные с окраинами, более специализированы (Lizée, 2011).
- В центре города и в промежуточных парках отмечается преобладание многолетних полифаговых и видов, зимующих на стадиях личинки или куколки. И, наоборот, в окраинных парках преобладают моновольтные и более специализированные по корму виды (Lizée, 2011).
- В городских экосистемах занимают энтомокомплексы, в трофической структуре которых преобладают фитофаги (Хабибулин, 2012). Количество тлей, растительноядных клопов и всех насекомых, питающихся соком растений, снижается от центра города к окраинам. У тлей прослеживается не только увеличение числа особей, но и видового разнообразия, которое с учетом сходства растительности изучаемых участков не может быть объяснено расширением спектра кормовых растений (Клауснитцер, 1990).
- В условиях города широко распространены насекомые-минеры. Подобная среда обитания способствует большей выживаемости, образованию устойчивых действующих очагов массового размножения того или иного вида насекомых в городских насаждениях различного

типа, а также значительному повышению численности, по сравнению с их численностью в естественных условиях (Белов, Белова, 2003).

- Повышенный температурный фон, наличие большого количества укрытий, пищи в виде сорной и культурной растительности и остатков человеческой жизнедеятельности создают для некоторых групп насекомых вполне благоприятную среду обитания (Шиленков, 2020).

Одним из наиболее важных аспектов урбанизации является растущая изоляция городских зеленых насаждений от полуприродных экосистем, окружающих город (Fattorini, 2011). Ресурсы, часто фрагментированные, могут быть менее доступны для небольших и менее подвижных организмов. Это может объяснить уменьшение численности бабочек по направлению к центру города, поскольку содержание популяции животных в фрагментированных ландшафтах зависит от способности расселяться между участками. Птицы способны летать на большие расстояния, поэтому здания и дороги не являются препятствием для их расселения, тогда как бабочки могут сталкиваться с трудностями, такими как гибель на дорогах, при освоении наиболее урбанизированных районов (Lizée, 2011). Однако низкий процент вымерших видов у бабочек, по отношению к другим вымершим насекомым быстро растущих городов, можно объяснить их относительно хорошей диспергирующей способностью. Бабочки могут легко летать из пригородных зон в город. Небольшие зеленые насаждения и даже цветочные горшки на балконах и террасах в районах с интенсивной застройкой могут помочь им стать ступеньками, обеспечивающими связь между сельскими районами и городскими парками, даже когда больше нет «естественных» коридоров. Как взрослые, так и личинки бабочек могут легко питаться культурными или случайными растениями (Fattorini, 2011).

Таким образом, ландшафтные городские объекты, по-видимому, выступают в качестве фильтров в пуле потенциальных колонизирующих видов, отдавая предпочтение универсальным полифагам или видам, способным эксплуатировать городские ресурсы, тогда как виды с более

специализированными к кормовым объектам привычками питания (т.е. олигофаги) реагируют отрицательно (Lizée, 2011).

Состав и распределение насекомых в городе обусловлены, прежде всего, трофическими и топическими связями. Насекомые выбирают экологические ниши, в которых сохраняются или создаются подходящие для них условия. То есть при урбанизации ранее природного нетронутого клочка земли с последующей трансформацией условий аборигенные насекомые не станут приспособляться к резко изменённым условиям, а найдут и займут пространства с более привычной средой обитания, тем самым сохраняя свою «стациальную верность» (Чернов, 1975), другими словами, первичную зональную и биотопическую приуроченность.

Урбанизированная среда разнородна. Наряду с более лесными участками (парки) встречаются луговые и степные. Локальные особенности урбанизированных территорий могут влиять на распределение и видовой состав сообществ насекомых. Более разнообразен видовой состав жуков луга, по сравнению с лесами. Наиболее характерными видами, составляющими аспект леса в вегетационный период, были божьи коровки, мягкотелки, жуки листоеды и щелкуны. Самым массовым видом чешуекрылых в городах является боярышница (Юркина, 2016). Во всех агроценозах смешанных кормовых трав встречались представители отрядов Клопы, Жесткокрылые и Двукрылые (Перцева, 2018). Было выяснено, что заросли черёмухи способствуют развитию фитоценозов и вместе с тем активному росту лесной мезофауны. Это ведёт за собой увеличение общего биоразнообразия. Так появляется несколько семейств жуков, связанных в своём развитии с грибами (Leiodidae, Nitidulidae, Lathridiidae), многоножки-костянки (Lithobiidae), наблюдается максимальная численность муравьёв, меняется общая структура доминирования в сообществах, так к видам доминантам могут доходить некоторые виды долгоносиков, ведущих подстилочный образ жизни (Шиленков, 2020).

Для степные ландшафты типично обилие равнокрылых и клопов, что является следствием характерной флоры (в особенности большой доли злаковых культур). Обилие паразитических и хищных видов насекомых в составе сообщества невелико, поэтому в основном оно представлено фитофагами (преимущественно с грызущим ротовым аппаратом). В видовом разнообразии среди разных отрядов в степной зоне доминирует отряд Coleoptera (Белицкая, 2016).

В.С. Бирг (1992) считает дендробионтных насекомых более универсальными объектами для биологического мониторинга различных экосистем, так как для этой группы насекомых характерно широкое распространение (за счёт обильных городских посадок при облагораживании территории) и тесная связь с различными компонентами экосистемы, обилие отдельных представителей в сильно нарушенных экосистемах (например, насекомых - минёров), многообразие мгновенных ответных реакций на отклик на изменения среды под воздействием города, а также наличие четкой корреляции между уровнем воздействия и степенью проявления ответной реакции.

Значительная часть работ, проведенных в городах, касается обитателей поверхностного слоя почвы и подстилки (герпетобионтов). В урбанизированных ценозах герпетобий менее выражен по сравнению с загородными участками (Еремеева, 2011). По мнению И.Н. Исаевой (2012), жужелицы, активно проявляют ответные реакции на различные изменения среды, вызывая тем самым особый интерес в связи с исследованиями антропогенных ландшафтов. Наиболее существенные экологические факторы, влияющие на структуру популяции жужелиц: размер и степень мозаичности участка, характер почвы, ее механический состав, гидрологический режим биотопа и, в последнюю очередь, степень естественности растительности. О. А. Гончарук (2016) в своей статье отмечает, что максимум герпетобионтов обычно достигается лишь в

природных биогеоценозах, а максимум хортобионтов можно наблюдать и в окрестностях автомагистрали.

М.П. Золотарёв и Е.А. Бельская (2015) рассматривают влияние антропогенных факторов на обилие герпетобионтов четырех таксонов: Aranei (пауки), Opiliones (сенокосцы), Carabidae (жужелицы), Staphylinidae (стафилиниды). Реакция на урбанизацию жужелиц и стафилинид однотипна – их обилие возрастает на городских участках по сравнению с загородными. Рекреация оказывает заметное влияние только на Carabidae, воздействие данного фактора на численность Staphylinidae незначимо. Таким образом, значимо меняется обилие численности при урбанизации и рекреации только у жужелиц, что только доказывает их большую ценность для исследований, связанных с оценкой антропогенного воздействия на окружающую среду.

Однако, для эколого-фаунистических исследований, по мнению Н.И. Еремеевой (2006), подойдут доминантные беспозвоночные обитатели герпетобия и хортобия, так как они присутствуют во всех экосистемах на территориях различной техногенной нагрузки, в том числе в урбанизованных ландшафтах, а за счёт их тесного контакта с фитоценозом и довольно короткого жизненного цикла они способны довольно быстро среагировать на любое изменение экологической ситуации через изменения в численности или в структуре доминирования. Но при этом не смотря на возможное частичное вымирание под прессингом урбанизации, сообщества насекомых очень устойчивы и обладают высокой способностью к саморегуляции и самовосстановления, от чего полного вымирания мы никогда не наблюдаем. Ведущими факторами городской среды, по данным Н.И. Еремеева (2006), влияющими на состав насекомых хортобионтов, являются влажность почвенного покрова, длительность существования биоценоза, частота кошения травостоя. Почти каждый из данных факторов регулируется человеком, что намекает нам о возможности управления фауной конкретной биоты для избежания вспышек массового размножения насекомых - вредителей. Большую роль в формировании хортобия города

играют насекомые, за городом же, где пауков в 4 раза больше, напротив, основу хортобия составляют паукообразные (Еремеева, 2009). Численное обилие хортобия в условиях города выше, чем в загородной зоне в особенности таких отрядов как: Homoptera, Heteroptera, Coleoptera, Hymenoptera, Diptera, Orthoptera, Thysanoptera, Neuroptera, Lepidoptera (Еремеева, 2011). Разные семейства Coleoptera неоднозначно реагируют на загрязнение промышленными выбросами. Наиболее чувствительными биоиндикаторами оказались Cerambycidae, Curculionidae и Chrysomelidae. Применение их в качестве индикаторов позволяет оценить скорость происходящих изменений, места скоплений различных поллютантов и последствия такого воздействия на биоту (Белицкая, 2015). По данным Н.И. Еремеевой (2006), основная роль в формировании хортобия урбанизированных ценозов принадлежит растительноядным видам – представителям отрядов полужесткокрылых и равнокрылых насекомых. Стрекозы в целом в городах нечасты (Юркина, 2016). Хортобионты в условиях города не только изменяют численность и разнообразие сообществ, но и нередко меняют и поведение. Некоторые виды божьих коровок при приближении человека к травостой способны заметить его и либо улететь, либо упасть и впасть в танатос³ с последующей активацией (Хабибуллин, Хабибуллина, 2011).

Чтобы выживать на какой-либо местности, любому живому существу необходимо приспособиться (адаптироваться) к его определённым условиям среды. Адаптивная способность насекомых выживать в любой среде общеизвестна. Адаптация к среде выражается в понижении порога чувствительности к действию более «привычных» для данной местности климатических факторов среды. Например, обитатели открытых остепнённых участков менее чувствительны к резким скачкообразным изменениям температуры воздуха, действию сильного ветра (пороговой для них является скорость 7–8 м/с) и дождю. Также, не имея возможности

³ Танатос (по Реймерсу, 1988) – это защитная поведенческая реакция животных, имитация отсутствия жизни.

заслониться от солнца широкой листовой пластинкой, жуки, обитатели травостоя (растений, часто с довольно узкими вытянутыми листьями), спускаются в нижние ярусы фитоценоза, иногда почти к самым корням растений, где уровень радиации на 30–40% ниже, чем у верхушек растений. В травянистой растительности все жуки-листоеды имеют яркую окраску, тогда как в древесных зарослях лишь 70% листоедов ярко окрашены (Павлов, 2019).

В городских насаждениях встречаются муравьи, преимущественно обитатели почвы, представители семейства Formicidae и рода *Lasius*. В лесной зоне, как правило, видовое богатство муравьев возрастает по мере уменьшения степени сомкнутости крон и увеличения доли лиственных деревьев. Наибольшее видовое разнообразие отмечено в березовых лесах (Блинова, 2012). Из серии наблюдений было выяснено, что муравьи из рода *Formica* не способны противостоять антропогенной, поэтому в самом городе отсутствуют (Юркина, 2016).

Одной из важнейших групп насекомых, обитающих в городе, являются опылители. Считается, что насекомые участвуют в опылении 87% диких и около 70% сельскохозяйственных культур. Ответы опылителей на урбанизацию в целом были весьма неоднозначными. Авторы приходят к мнению о городе как потенциальном убежище на одном конце спектра и к прогнозам значительных потерь видов и представлению городов как экологических поглотителей или ловушки на другом конце (Wenzel, 2020). Положительное влияние на биоразнообразие исследователи связывают с умеренными или промежуточными уровнями урбанизации. Было продемонстрировано, что сады, парки или обширные зеленые зоны, а также остатками естественных мест обитания благоприятствуют опылителям из-за большой доли мест обитания, богатых кормовыми и гнездовыми ресурсами. Некоторые авторы также утверждают, что положительные реакции биоразнообразия на промежуточные уровни урбанизации и разрастание городов могут быть объяснены гипотезой промежуточного нарушения

Коннела (1978). Гипотеза утверждает, что промежуточные нарушения, в данном случае в форме умеренной урбанизации, способствуют биоразнообразию за счет увеличения неоднородности окружающей среды. Более высокие уровни урбанизации (более 50% непроницаемой застроенной поверхности) и нарушения, связанные с развитием городских районов и уплотнением застройки, как показано во многих исследованиях, приводят к снижению разнообразия опылителей. Современное сельское хозяйство, особенно в густонаселенных районах и прилегающих к городам, часто сильно интенсифицируется и характеризуется высоким уровнем агрохимических ресурсов (в том числе и инсектицидов), монокультур и крупных полей (в отдельные промежутки времени без какой-либо растительности, что сокращает передвижную способность насекомых). Урбанизация таких ландшафтов с ограниченными ресурсами может увеличить среду обитания и доступность ресурсов для опылителей и, таким образом, стимулировать положительную реакцию разнообразия. Это подтверждается результатами более высокого репродуктивного успеха, роста колоний и выживаемости шмелей в городах, чем на сельскохозяйственных землях, основанных на экспериментально выявленных ресурсах гнездования. В городах разнообразие опылителей более высокое по сравнению с сельскохозяйственными районами, но ниже, чем в естественных или полуприродных местообитаниях. Пчелиные, местом обитания которых является почва (75% всех видов пчел), испытывают в большей степени отрицательное влияние урбанизации, в сравнении с видами, гнездящимися в постройках (трещины, расщелины и др.). Урбанизация отрицательно влияет на состав пищи и стратегию кормодобывания. Также было замечено увеличение социальных видов в городских ландшафтах. Социальность обуславливает поведенческую и экологическую гибкость и, таким образом, способствует выживанию в урбанизированной среде (Wenzel, 2020). Шмели очень чувствительны к изменению окружающей среды. Так было замечено, что с повышением среднегодовой температуры шмели начали мигрировать

на север. Для пчёл и других опылителей сенокосение и вытаптывание цветущей растительности ограничивают их обилие и распространение (Юркина, 2016).

Безусловно, главными факторами, влияющих на разнообразие энтомофауны, являются породный состав растительности и степень антропогенного воздействия (Леонтьева, 2015; Перцева, 2018; Wenzel, 2020; Huang, 2010; Fattorini, 2011; Lizée, 2011; Dale, 2018; Connor, 2002). В худшем варианте это приводит к высокому индексу доминирования, что говорит о низком разнообразии и накоплении в системе вредителей (Белицкая, 2018). В большинстве случаев возрастает численность галлообразователей: хермесов, долгоносиков, галлиц (Юркина, 2017). Долгоносики, хоть и могут доминировать в городских посадках по численности в сравнении с другими насекомыми, но разнообразие и обилие их, по данным Dingcheng Huang (2010), уменьшается от окраин к центру. Это согласуется с моделью, предсказывающей, что вероятность исчезновения видов быстро возрастает, когда количество матрицы (искусственного и непригодного для жилья в данном случае насекомых участка поверхности) превышает 70%. На численность и разнообразие долгоносиков сильно влияют: разнообразие растительности, изоляция, непригодность почвы для окукливания из-за вытаптывания (рекреации). Для сохранения биоразнообразия зеленые пояса, действующие в качестве коридоров, должны быть расширены, чтобы компенсировать потенциальное воздействие кольцевых дорог и автомагистралей на соединяемость городских ландшафтов (Huang, 2010). Массовое размножение насекомых в городах резко ускоряет гибель зеленых насаждений, но это не является первопричиной этого процесса (Апыев, 2017). Городской фитоценоз сильно подвержен антропогенному, техногенному влиянию, приводящему, чаще всего, к негативным последствиям. Снижение устойчивости растительности обусловлено воздействием выбросов автотранспорта и рекреационной нагрузки, пылевидных эмиссий, солевых растворов, нарушением теплового режима,

влажности, которые приводят к снижению интенсивности процесса фотосинтеза и ослабляют древесно-кустарниковую растительность (Симоненкова, 2015). К тому же популяции естественных врагов травоядных насекомых меньше в городских районах (Connor, 2002). Поэтому плотность населения тлей на уличных деревьях во много раз больше, чем на деревьях за городом или в крупных лесопарках; в свою очередь, увеличивается численность хищников и паразитов тлей (Хабибулин, 2012). Наилучший способ регулирования численности вредителей является сохранение популяций энтомофагов: муравьёв, божьих коровок, мух-журчалок (Юркина, 2014). Росту численности и сохранению хищных жесткокрылых способствует введение в насаждения кустящихся растений (боярышник, шиповник, скумпия, лещина и др.) (Белицкая, 2018). Хотя естественные враги, как правило, реагируют на плотность добычи или характеристики растительности, но это в меньшей степени проявляется в городских экосистемах (Dale, 2018).

Другой группой, связанной с растительностью, являются паразитоиды, они представлены в основном паразитарными перепончатокрылыми из 4 групп: Ichneumonidae, Braconidae, Proctotrupoidea, Chalcidoidea. Паразитоиды негативно реагируют на урбанизацию среды в сравнении с универсальными хищниками, такими как муравьи и пауки (Dale, 2018). Паразитарные перепончатокрылые являются одной из групп полезных членистоногих, которые предоставляют естественные услуги по подавлению численности насекомых – фитофагов деревьев, кустарников, а также травянистой растительности. Обилие паразитоидов лучше всего объясняется разнообразием цветов, локальной переменной с корреляцией 0,99. Процент городских зеленых насаждений был вторым по величине с переменным весом 0,77, за которым следовали процент непроницаемого и ландшафтного разнообразия с весами 0,68 и 0,33 соответственно. Однако разнообразие паразитоидов не реагирует на локальные изменения среды обитания (вроде увеличения объёма и растущее разнообразие местных цветов). Таким

образом, усилия по увеличению ресурсов на местном уровне в городских районах могут увеличить количество паразитоидов, уже присутствующих в городском ландшафте, но добавление местных ресурсов не может функционировать для привлечения дополнительных видов паразитоидов в участок, если они не поддерживаются окружающими пейзаж. Паразитоиды негативно реагируют на увеличение количества непроницаемого покрытия в масштабе ландшафта. Усилия по городскому планированию, которые сводят к минимуму непроницаемое покрытие ландшафта, и владельцы недвижимости, которые хотят увеличить доступность местных ресурсов за счет добавления разнообразных посадок цветов, могут компенсировать некоторые негативные последствия урбанизации для паразитоидов (Bennett, 2012).

Сообщества растений в городе могут быть более разнообразными в сравнении с природными экосистемами. Помимо уникальных растительных сообществ, членистоногие в городе сталкиваются с уникальными абиотическими условиями. Эффект «городского острова тепла» делает города на 12 градусов теплее, чем окружающие их районы. Условия окружающей среды являются сильными фильтрами для сообществ членистоногих и могут интенсифицировать некоторые взаимодействия, уменьшая или перенаправляя другие. Одни таксоны членистоногих, особенно в высоких широтах, выигрывают от этого потепления, в то время как другие страдают от негативного влияния. Часть видов насекомых мигрирует в города из более низких широт, так как температура близка к их естественным условиям обитания. Однако, даже если предпочитаемый хозяин (травоядное или хищник) или любимая добыча присутствует, взаимодействие не происходит, если они не могут существовать в одинаковых абиотических условиях (Dale, 2018).

Большие площади зелёных насаждений в городах могут поддерживать большее богатство членистоногих и естественные услуги биологического контроля. Однако, особенности растительности в пределах отдельного

участка, такие как наличие цветов, сложность группировок, проективное покрытие и состав травостоя, могут быть более важными факторами в трофических взаимоотношениях членистоногих, как это продемонстрировано на примере тлей в городских садах (Dale, 2018). В городских ландшафтах изменения среды обитания регулярно происходят в жилых районах. Например, владельцы собственности определяют вид, количество и расположение растений в пределах своей участка, создавая значительные различия в составе растений между участками в локальных масштабах. В результате, такие ресурсы, как пища и места обитания, от которых зависят виды членистоногих, также будут различаться. В флористически разнообразных ландшафтных насаждениях городов увеличивается численность и разнообразие опылителей, изменяется устойчивость сообществ и обилие полезных членистоногих (Bennett, 2012). Введение в посевы бобовых способствовало увеличению и вредителей, и энтомофагов (Перцева, 2018).

Численность фитофагов возрастает по мере уменьшения покрова деревьев (сомкнутости крон), что увеличивает инсоляцию и температуру. Температура может перекрывать прямое воздействие биотических факторов, таких как плотность, разнообразие или сложность растений. Жара и засуха снижают влажность тела некоторых членистоногих, изменяют состав сообщества, возрастает численность фитофагов. Скорость развития насекомых, плодовитость возрастают с нарастанием температуры, что способствует увеличению численности филофагов на более обогреваемых деревьях в 200 раз и, напротив, естественная регуляция численности снижается. Теплые участки, прилегающие к зданиям, создают своеобразный микроклимат, увеличивают выживаемость видов насекомых – фитофагов, зимующих в этих условиях, что приводит к нарастанию фитофагии весной (Dale, 2018).

Помимо температуры на поведение, физиологию и взаимодействие растений и животных влияют и такие абиотические факторы как повышенное

содержание углекислого газа, озон, накопление азота, свет и антропогенный шум (Dale, 2018).

Многие виды городских деревьев высаживаются за пределами их естественного ареала, что подвергает их воздействию несвойственных абиотических факторов. Последующий стресс или условия обитания могут повлиять на содержания питательных веществ в растениях. Например, повышенное содержание азота, связанное с загрязнением воздуха, может изменить качество листвы, тем самым увеличить численность фитофагов или уменьшить количество потребляемой пищи. Таким образом, обилие и состояние сообщества членистоногих обусловлены не только наличием или отсутствием кормового растения, но и физиологическим состоянием растения (Dale, 2018).

На экзотических растениях, как правило, разнообразие и численность членистоногих меньшая, чем аборигенных породах, это может нарушать экологическую пищевую сеть и способствовать снижению биологического разнообразия членистоногих в городах (Dale, 2018).

Не последнюю роль на численность насекомых влияет генетическая устойчивость растительности. Так на дубе красном и гибриде дуба красного и дуба черешчатого обилие филофагов значительно ниже, чем на дубе черешчатом. Внутривидовые формы дуба красного слабо заселяют опасные листогрызущие вредители, тогда как на дубе черешчатом гусеницами уничтожается более 95 % листвы (Белицкая, 2018).

Сидячий образ жизни, неполный метаморфоз, высокий репродуктивный потенциал и обилие первичного растения–хозяина, по-видимому, способствуют успеху травоядных животных в городских ландшафтах (Dale, 2018). К тому же вредители в ходе эволюции приобрели целый ряд приспособлений к неблагоприятным условиям городской среды, что выражается в быстром размножении, способности уходить от воздействия агрессивной среды вглубь листовых тканей (Юркина, 2017).

2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Описание площадок

Представляется, что самым простым подходом для выяснения влияния городов на фауну является составление списков видов, обитающих на урбанизированных территориях в сравнении с таковыми на окружающих природных биомах (Перфильева, 2018). Поэтому было проведено исследование сообществ беспозвоночных животных – обитателей травостоя в городских условиях и естественных сообществах. Насекомые-хортобионты собраны в 4 биотопах: парках «Троя» (2), «Гвардейский» (4), в лесостепи (3) (участок возле озера на «Бугаче») и лесной зоне (участок в пределах «Сопки») (1) (рисунок 2). В каждом биотопе отобрано по 3 повторности. В научных публикациях нет общепринятых критериев для определения типов городских территорий: предполагается, что любой исследователь отличает парк, сад, лесопарк, кладбище, пустырь (Перфильева, 2018).

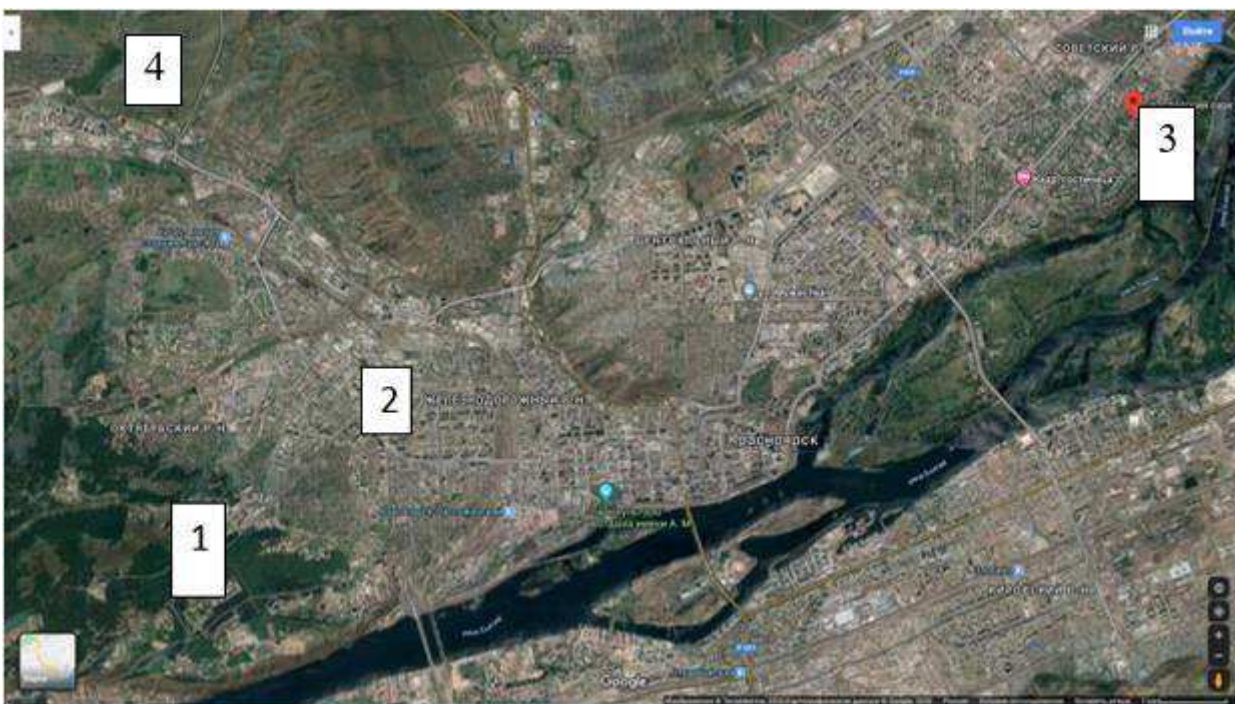


Рисунок 2 - Карта сбора насекомых (Google maps, 2020)

Примечание: 1 – лесная зона; 2 – парк 1; 3 – парк 2; 4 – лесостепная зона.

«Сопка» (лесная зона)

Исследуемые участки находятся на границе Сопки и экопарк «Гремячая грива». Экопарк размещён на территории леса, находящегося в Октябрьском районе. Эту часть экосистемы Красноярска называют "зелёными лёгкими" города. Приоритет администрации города — сохранить имеющийся природный участок и ограничить влияние неизбежно расширяющегося трансформирующего городского конгломерата. Сама же Сопка характеризуется смешением березняков и сосняков. Наблюдается довольно мощный травянисто-кустарниковый ярус. Среди травянистых растений можно выделить такие семейства как: Бобовые Fabaceae (клевер *Trifolium*, горошек *Vicia*, астрагал *Astragalus*, донник *Melilotus*, люцерна *Medicago*), Розоцветные Rosaceae (кровохлёбка *Sanguisorba*, земляника *Fragaria*, лапчатка *Potentilla*, репейничек *Agrimonia*, гравилат *Geum*), Сложноцветные Asteraceae (одуванчик *Taraxacum*, лопух *Aretium*, скерда *Crepis*, тысячелистник *Achillea*), Подорожниковые Plantaginaceae (подорожник *Plantago*), Колокольчиковые Campanulaceae (колокольчик *Campanula*), Гераневые Geraniaceae (герань *Geranium*), Лютиковые Ranunculaceae (лютик *Ranunculus*, княжик *Atragene*), Крестоцветные Brassicaceae (гулявник *Sisymbrium*), Лилейные Liliaceae (купена *Polygonatum*), Гвоздичные Caryophyllaceae (смолевка *Selena*), Бурачниковые Boraginaceae (чернокорень *Synoglossum*), Грушанковые Pyrolaceae (грушанка *Pyrola*), Первоцветные Primulaceae (проломник *Androsace*), Злаки Poaceae и папоротники Polypodiopsida.

Парк «Троя» (парк 1)

Парк находится в Октябрьском районе. Во времена СССР на месте парка был сквер, за которым ухаживали рабочие Красноярского завода телевизоров, который в то время ещё работал. «Перестройка» и кризис оставили сквер без хозяев, и тот начал приходить в запустение. Участки заросли травой. В конце «нулевых» ближе к 2005 году за сквер взялись

местные предприниматели, превратив его в развлекательный парк аттракционов «Троя». Со временем антропогенное влияние (вытаптывание, выхлопные газы автомобилей и т.д.) на природные сообщества сильно возросло, а зелёные участки уменьшились. Среди травянистых растений были замечены: Маковые *Papaveraceae* (чистотел *Chelidonium*), Крапивные *Urticaceae* (крапива *Urtica*), Гераневые (герань *Geranium*), Губоцветные *Lamiaceae* (будра *Glechoma*), Бобовые *Fabaceae* (донник *Melilotus*, клевер *Trifolium*, горошек *Vicia*), Сложноцветные *Asteraceae* (лопух *Aretium*, одуванчик *Taraxacum*, скерда *Crepis*), Розоцветные *Rosaceae*, Гвоздичные *Caryophyllaceae* (смолевка), Колокольчиковые *Campanulaceae* (колокольчик *Campanula*), Подорожниковые *Plantaginaceae* (подорожник *Plantago*), Злаки *Poaceae*.

Парк «Гвардейский» (парк 2)

Парк расположен в Советском районе, в микрорайоне Зелёная роща. С 20-х годов прошлого века на месте парка были развёрнуты военные лагеря. Эта была сборная точка для формирования воинских рот. Некоторые из деревьев парка были посажены как раз в то время, причём вовсе не в целях эстетики: деревья маскировали казармы, гаражи и армейские штабы. Когда решили на этом месте сделать парк, начались большие работы по благоустройству территории, были выкошены почти все бурьяны (заросли высокой сорной травы), которым заросла вся площадка будущего парка, в рамках общегородской акции «Миллионному городу – миллион деревьев» здесь высадили кедры, ели, сосны, берёзы и рябины. На сегодняшний момент этот парк считают лёгкими Зеленой рощи. Флора данной зоны характеризуется наличием такой травянистой растительности как: Бобовые *Fabaceae* (горошек *Vicia*, клевер *Trifolium*, донник *Melilotus*, люцерна *Medicago*), Вьюнковые *Convolvulaceae* (вьюнок *Convolvulus*), Гвоздичные *Caryophyllaceae* (смолёвка *Selena*), Сложноцветные *Asteraceae* (одуванчик *Taraxacum*, скерда *Crepis*, василёк *Centaurea*), Гераневые *Geraniaceae* (герань

Geranium), Розоцветные Rosaceae (репейничек *Agrimonia*, лапчатка *Potentilla*), Подорожниковые Plantaginaceae (подорожник *Plantago*), Крестоцветные Brassicaceae (гулявник *Sisymbrium*), Зонтичные Apiaceae (пастернак *Pastinaca*), Злаки Poaceae.

«Бугач» (лесостепная зона)

Бугач (озеро Мясокомбината) – пруд в черте города Красноярска на реке Бугач. Плотина была сооружена в конце XX века. Прибрежные территории характеризуются как лесостепь. Эта зона представляет собой открытые проветриваемые луга с явным доминированием злаков. Антропогенная нагрузка в сезоны купания распространяется на 100 метров от водоёма. Здесь произрастают такие растения как: Бобовые Fabaceae (клевер *Trifolium*, астрагал *Astragalus*, горошек *Vicia*, донник *Melilotus*, люцерна *Medicago*), Сложноцветные Asteraceae (астра *Aster*, тысячелистник *Achillea*, василёк *Centaurea*, одуванчик *Taraxacum*), Розоцветные Rosaceae (репейничек *Agrimonia*, гравилат *Geum*, лапчатка *Potentilla*), Подорожниковые Plantaginaceae (подорожник *Plantago*), Норичниковые Scrophulariaceae (вероника *Veronica*), Крестоцветные Brassicaceae (икотник *Berteroa*, гулявник *Sisymbrium*), Гвоздичные Caryophyllaceae (звездчатка *Stellaria*), Гераневые Geraniaceae (герань *Geranium*), Злаки Poaceae.

2.2. Структурное разнообразие площадок

Стандартные индексы разнообразия (индекс Шенона, индекс Бриллюэна, индекс Менхиника, индекс Маргалефа и т.д.) вполне правомерны лишь в однородных, идентичных биоценозах. Биоразнообразие в экосистеме строиться из особенностей биотопа, и прежде всего – структуры местообитаний (Беднова, 2003). Именно наличие той или иной экологической ниши и определяет бурное природное биоразнообразие. Вот почему так важно понимать пространственную картину биоценоза.

Для этого был использован индекс структурного разнообразия:

$$H_w = -\frac{1}{M} \ln \frac{m_1! m_2! m_3! \dots m_i!}{M!},$$

где m_i – значение i -го элемента структурного разнообразия (т. е. вида места обитания; например, деревья, пни, временные водоемы и т.п.) в баллах (таблица 1); M – суммарная оценка в баллах по всем структурным элементам биогеоценоза.

Таблица 1– Оценка структурного разнообразия

Элементы структурного разнообразия (Мадер, 1979):	Пробные участки											
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	4.3
1. Общее число видов сосудистых растений (в радиусе 1,5 м от места кошения)	43	30	40	20	22	33	25	28	31	33	35	36
2. Число древесных растений (в радиусе 1,5 м от места кошения)	24	22	25	6	23	40	3	10	20	0	0	0
3. Число деревьев с диаметром ствола более 10 см. (в радиусе 5 м от места кошения)	2	4	3	6	2	2	3	0	7	0	0	0
4. Число многолетних травянистых растений высотой более 20 см весной перед началом вегетации (в радиусе 1 м от места кошения)	28	23	27	18	16	24	18	18	19	22	27	22
5. Подлесок (б.)*	2	5	10	10	10	10	2	2	10	0	0	0
6. Состав лесной подстилки (б.)**	5	10	10	5	5	5	5	5	10	0	0	0
7. Мощность лесной подстилки в см.	4	3	4	3	1	2	2	1	3	1	1	1
8. Вода (ручей, низина, сырое место) (б.)***	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
9. Древесные пни (б.)****	10	10	0	5	10	5	0	0	5	0	0	0
10. Камни или скалы (б.)****	0	0	0	0	0	10	0	0	5	0	0	0

Примечание: *обильный (более 5 ветвей на 1м²) – 10 (б.), средний (2-5 ветвей на 1м²) – 5 (б.), редкий (1 ветви на 1м²) – 2 (б.), отсутствует – 0 (б.);

**иглы хвойных деревьев и листва – 10 (б.), иглы хвойных деревьев или листва – 5 (б.), ни то не другое – 0 (б.);

***на расстоянии: менее 2 м – 10 (б.), 2-5 м – 5 (б.), более 5 м – 0 (б.);

****на расстоянии: менее 2 м – 10 (б.), 2-5 м – 5 (б.), более 5 м – 0 (б.);

*****на расстоянии: менее 2 м – 10 (б.), 2-5 м – 5 (б.), более 5 м – 0 (б.).

Пробы 1.1, 1.2, 1.3 – Сопка; пробы 2.1, 2.2, 2.3 – парк Троя; пробы 3.1., 3.2, 3.3 – Гвардейский парк; пробы 4.1, 4.2, 4.3 – Бугач.

Данный индекс, вполне, приемлем ко всему сообществу животных, так как факториал значение элемента структурного разнообразия (таблица 1), подразумевает максимальное освоение того или иного местообитания различными животными, экологической нише которых это местообитание соответствует. Другими словами, данный индекс показывает теоретический потенциал животного разнообразия (придерживаясь правила обязательного заполнения экологической ниши по принципу «свято место пусто не бывает») в данном конкретном биотопе с учётом всех существующих экологических ниш.

При всей своей универсальности нельзя не отметить некоторые упущения оценки структурного разнообразия, которые, вполне, могут исказить истинное разнообразие. Так, не было учтено отдельно разнообразие древесных форм растительности, не учтено количество кустарников, не отмечено наличие грибов и мохообразных растений в зоне исследования.

2.3. Методы сбора и обработки материала

При описании растительности учитывали влияние антропогенного фактора на видовой состав растений. Известно, что вытаптывание распространяется на 9 метров от тропы. Далее состав и структура растительного сообщества соответствует фоновому состоянию (Шалыгина, 2015). При каждом последующем сроке кошения разнообразие цветущей растительности уменьшалось почти везде, кроме участка 3. В лесостепных лугах во втором сборе цветущая растительность была обильнее, чем в первом и третьем.

Травостой открытых пространств характеризуются (по Павлову, 2019):

- 1) площадь проективного покрытия растений (максимальная – до 80%, средняя – 65%, минимальная – 30–35% или мозаичная – до 20%);
- 2) высота растений (максимальная – 1,4 м, средняя – 0,8 м, минимальная – 0,4 м).

Сбор насекомых-хортобионтов осуществлялся методом кошени (Гиляров, 1987). Кошение энтомологическим сачком – наиболее эффективный способ сбора насекомых травостоя (Артохин, 2010). Для более точных данных косил один человек. При кошени делали по 100 взмахов вправо и влево, движение – навстречу солнцу (чтобы не спугнуть насекомых) (Дунаев, 1997). Обкашивалась на каждом участке территория площадью 30 квадратных метров. При сборе материала учитывали: проективное покрытие травостоя, доминирующие виды растительности, высоту травостоя, состояние растительности во время сбора (данные приведены в таблице 2). Город – совокупность разнообразных природных зон, поэтому для обзора экосистемы города были собраны материалы из различных биотопов. Площадки отбирались по высоте и обилию травостоя.

Таблица 2 – Растительная характеристика участков

Места сбора	Проективное покрытие	Доминирующая растительность	Высота травостоя	Состояние растительности во время сбора
Лес	80-90%	Бобовые, розоцветные	50-80 см	Цветы, завяли
Парк 1	80-90%	Розоцветные	60-70 см	Цветы, завяли
Лесостепь	90%	Злаки	40-80 см	Цветы
Парк 2	60-90%	Злаки, сложноцветные	40-80 см	Цветы, завяли

Проведено три учёта: 23 июня, 17 июля и 3 августа. Собранные насекомые, предварительно обездвиженные, перемещали в целлофановые пакеты. В лаборатории насекомые зафиксированы в стеклянных флаконах в 98% спирте.

Согласно системе количественной оценки доминирования в экологических сообществах, принято считать: >5 % – доминанты, 2–5 % – субдоминанты, >2 % – обычные и >1 % – редкие виды. Супердоминанты, количественное обилие которых в насаждениях разных категорий превышает 10 % (Белицкая, 2018).

Идентификацию животных проводили под бинокулярным микроскопом с использованием следующих определителей:

Определитель насекомых по личинкам. Пособие для учителей. / Б.М. Мамаева [и др.]. – Москва: «Просвещение», 1972.

Определитель насекомых / Алексеев А.В. Арнольди Л.В., Гурьева Е.Л., Жантиев Р.Д., Заславский В.А. – Москва - Ленинград: Наука, 1965.

Определитель насекомых Европейской части СССР в 5 томах / Г.Я. Бей-Биенко [и др.]. – Ленинград: Наука, 1964. – Т.(1-5).

Определитель насекомых юга таежной зоны Сибири / М-во образования Рос. Федерации, Том. гос. ун-т; [сост. : В. Н. Романенко и др.]. - Томск: Томский гос. ун-т, 2003.

Определитель насекомых Дальнего востока СССР / А.С. Лелей [и др.]. – Ленинград: Наука, - (1986-1989). – Т.(1-6).

Определитель насекомых Европейской части СССР / Б.М. Мамаев, Я.Н. Медведев, Ф.Н. [и др.]. – Москва: Просвещение, - 1976. – С. 304.

2.4. Расчётные индексы и коэффициенты

Для характеристики структуры сообществ хортобионтов обследованных биотопов и дальнейшего сравнения участков был использован ряд коэффициентов.

1. Индекс видового разнообразия (выравненности) Шеннона-Уивера.

Достоинством индекса Шеннона-Уивера является его комплексность, он учитывает количество видов (видовую плотность, разнообразие) и их выравнивание. Мы имеем возможность дать оценку видового разнообразия каждого ценоза в отдельности.

$$H = - \sum p_i \log p_i,$$

где p_i —доля особей i -го вида ($p_i = n_i/N$).

2. Индекс видового богатства Маргалефа.

Он показывает плотность видов, выражающуюся как число видов к числу особей

$$d = \frac{(S-1)}{\ln N},$$

где S – число таксономических групп;

N – число особей.

3. Индекс видового богатства Менхиника.

$$d = \frac{S}{\sqrt{N}},$$

где S – число таксономических групп;

N – число особей.

4. Индекс Бергера-Паркера (индекс доминирования).

Выражает относительную значимость наиболее обильного вида.

$$d = \frac{N_{max}}{N},$$

где N_{max} – число особей доминирующего вида;

N – число особей.

5. Попарный коэффициент фаунистического сходства Сёренсена-Чекановского, показывающий степень общности видового состава населения:

$$K_n = 2C / (A + B),$$

где C – общее число видов для сравниваемых сообществ;

A – число видов в первой сообществе;

B – число видов во второй сообществе.

В случае полного совпадения видов сообществ индекс равен 1 и равен 0, если выборки не включают общих видов.

6. Экологические градиенты – градуальные изменения основных экологических факторов.

Описание каждой из исследуемой локальной фаун (с индексом i): определяет представительство лесных (I_{Fi}) и степных (I_{Di}).

$$I_{Fi} = \frac{\sum_j P_{ij} \cdot P_{Fj}}{\sum_j (P_{Fj})^2}, \quad I_{Di} = \frac{\sum_j P_{ij} \cdot P_{Dj}}{\sum_j (P_{Dj})^2},$$

где P_{ij} – представительство (в долях от единицы) j -го вида в исследуемом сообществе i ;

P_{Fj} и P_{Dj} – то же для типичных лесного и степного биоценозов.

В степи $I_{Di} = 1$, в лесу $I_{Fi} = 1$.

Тогда экологический градиент для конкретного городского биотопа можно определить как разность указанных коэффициентов: $G_{FDi} = I_{Di} - I_{Fi}$.

7. Коэффициент корреляции Пирсона.

$$r_{xy} = \frac{\sum (x_i - \bar{x}) \times (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \times \sum (y_i - \bar{y})^2}}$$

где x_i – значения одной переменной; y_i – значения другой переменной; \bar{x} – среднее арифметическое первой переменной; \bar{y} – среднее арифметическое второй переменной.

Для получения дополнительного качественного и количественного сходства был проведён кластерный анализ с дальнейшим построением дендрограмм методом UPGMA.

Математическая обработка результатов производилась с помощью программного пакета Microsoft Excell 2016 и программы Past 4.03.

ВЫВОДЫ

1. Проведены сборы насекомых в 4 экологических зонах в трех повторностях. Выявлены представители 12 отрядов: перепончатокрылые (Hymenoptera), двукрылые (Diptera), полужесткокрылые (Hemiptera), жесткокрылые (Coleoptera), чешуекрылые (Lepidoptera), равнокрылые (Homoptera), прямокрылые (Orthoptera), сетчатокрылые (Neuroptera), стрекозы (Odonata), трипсы (Thysanoptera), сеноеды (Psocoptera), уховёртки (Dermaptera). Определены насекомые 98 семейств.

2. В лесных и лесостепных биотопах в хортобии доминируют двукрылые насекомые (29–34% от общей численности), в городских парках – равнокрылые (36–41%).

3. Наибольшее таксономическое выравненное разнообразие ($D_{Mn}=1,716$) выявлено в лесном биотопе на Сопке, индекс выравненности Шеннона-Уивера здесь наибольший ($H=4,578$), а индекс доминирования Беггера-Паркера наименьший ($d=0,175$).

Наименьшее таксономическое выравненное разнообразие зафиксировано в парке 1 ($D_{Mg}=7,593$), индекс выравненности Шеннона-Уивера наименьший ($H=4,015$), что говорит нам о наибольшем индексе доминирования Бергера-Паркера ($d=0,282$).

4. Места с похожими ландшафтами и биотопическими признаками показали высокие показатели таксономического и количественного сходства: места с открытыми лугами (парк 2 и лесостепь) $Kn=0,83$ и $Kn=0,777$ (парк 1 и лесостепь); с обильным древесным ярусом (лес и парк 2) $Kn=0,777$.

Энтомофауна центра города (городской парк 1) самобытна и лишь отдалённо напоминает лесную фауны. Окраины города (городской парк 2) сходны более к лесостепным районам.

5. Городская зона, как следует из наших данных, приближена в экологическом градиенте к лесостепным сообществам.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Апыев, Д. Б. Формирование экологических группировок насекомых в городских насаждениях / Д. Б. Апыев, Р. Т. Муратова // Известия ВУЗов Кыргызстана. – 2017. – №. 7. – С. 81-83.
2. Артохин, К. С. Практические советы: Метод кошения энтомологическим сачком / К. С. Артохин // Защита и карантин растений. – 2010. – №11. – С. 45–48.
3. Беднова, О. В. Биоразнообразие в лесных экосистемах: зачем и как его оценивать / О. В. Беднова // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. - 2003. - №2. - С. 149-155.
4. Белицкая, М. Н. Биоиндикационные возможности жесткокрылых / М. Н. Белицкая, П. М. Богодухов // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 11: Естественные науки. – 2015. – №. 2.
5. Белицкая, М. Н. Состав и структура энтомофауны в озеленительных насаждениях урбанизированных территорий / М. Н. Белицкая // Наука. Мысль: электронный периодический журнал. 2016. - №7-2. – С. 68-77.
6. Белицкая, М. Н. Состав и структура энтомофауны зеленых насаждений урбанизированных территорий / М. Н. Белицкая, И. Р. Грибуст, Е. Э. Нефедьева // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2018. – №. 2. – С. 7-18.
7. Белов, Д.А. Некоторые биологические особенности малоизвестных насекомых-минеров в условиях города / Д.А. Белов, Н.К. Белова // Лесной вестник. – 2003 г. – С. 101-105.
8. Бирг, В. С. Хвоегрызущие чешуекрылые как индикатор состояния лесных экосистем в условиях промышленного загрязнения / В. С. Бирг // Лесное хозяйство. – 1992. - № 10. – С. 18.
9. Блинов, С.В. Эколого-фаунистическая структура мирмекокомплексов Салаирского края / С.В. Блинов // Вестник Кемеровского государственного университета. – 2012 г.. – С. 7-11

10. Гиляров, М.С. Учет крупных беспозвоночных (мезофауна). Количественные методы в почвенной зоологии. / М.С. Гиляров. – Москва: Наука, - 1987, - С. 9–26.
11. Гончарук, О. А. Разнообразие беспозвоночных животных степных биогеоценозов, испытывающих разную антропогенную нагрузку / О. А. Гончарук // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. НЭ Баумана. – 2016. – Т. 228. – №. 4.
12. Дунаев, Е.А. Методы эколого-энтомологических исследований / Е.А. Дунаев – Москва: Московская городская станция юных натуралистов, - 1997. – 45 с.
13. Еремеева, Н.И. Структура и экологические механизмы формирования мезофауны членистоногих урбанизированных территорий: автореф. Дис. ... канд. Биол. Наук: 03.00.16 / Еремеева Наталья Ивановна. – Новосибирск, 2006. – 38 с.
14. Еремеева, Н.И. Специфика формирования хортобия на урбанизированной территории / Н.И. Еремеева // Известие Южного федерального университета. Технические науки. – 2009. – С. 240-243.
15. Еремеева, Н.И. Формирование мезофауны членистоногих в условиях урбанизации / Н.И. Еремеева // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2011. – С. 186–191.
16. Золотарёв, М.П. Население беспозвоночных-герпетобионтов в крупном промышленном городе: разделение эффектов рекреации и урбанизации / М.П. Золотарёв, Е.А. Бельская // Сибирский экологический журнал. – 2015. – Т. 1. – С. 102-111.
17. Исаева, И.Н. Эколого-фаунистический обзор жужелиц (Coleoptera, Carabidae) урболандшафтов города Самары / И.Н. Исаева // Известия самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – С. 132-138.
18. Клауснитцер, Б. Экология городской фауны / Б. Клауснитцер; пер. с нем. И. В. Орлова, И.М. Марова. – М.: Мир, 1990. – С. 246.

19. Леонтьева И. А. Биоразнообразие хорто-и герпетобионтных насекомых урбанизированных территорий г. Нижнекамска Республики Татарстан // Глобальный научный потенциал. – 2015. – №. 9. – С. 32-36.
20. Литвенкова, И.А. Экология городской среды: урбоэкология / И.А. Литвенкова // Сборник лекций по экологии. – 2005.
21. Мусолин, Д. Л. Влияние атмосферного загрязнения на минирующих пилильщиков березы / Д. Л. Мусолин // Экология и защита леса/ С.-Петерб. Лесотехн. Акад. – СПб., 1992. – С. 70-75.
22. Определитель насекомых по личинкам. Пособие для учителей. / Б.М. Мамаева [и др.]. – Москва: «Просвещение», 1972. – 144 с.
23. Определитель насекомых / Алексеев А.В. Арнольди Л.В., Гурьева Е.Л., Жантиев Р.Д., Заславский В.А. – Москва – Ленинград: Наука, 1965. – 281 с.
24. Определитель насекомых Европейской части СССР в 5 томах / Г.Я. Бей-Биенко [и др.]. – Ленинград: Наука, 1964. – Т.(1-5). – 845 с.
25. Определитель насекомых юга таежной зоны Сибири / М-во образования Рос. Федерации, Том. Гос. Ун-т ; [сост. : В. Н. Романенко и др.]. – Томск: Томский гос. Ун-т, 2003. – 153 с.
26. Определитель насекомых Дальнего востока СССР / А.С. Лелей [и др.]. – Ленинград: Наука, - (1986-1989). – Т.(1-6).
27. Определитель насекомых Европейской части СССР / Б.М. Мамаев, Я.Н. Медведев, Ф.Н. [и др.]. – Москва: Просвещение, - 1976. – 304 с.
28. Павлов С. И., Яицкий А. С., Минияров Ф. Т. Особенности экологии и защитное поведение хотобионтных и дендробионтных видов жуков-листоедов (Coleoptera, Chrysomelidae) //Самарский научный вестник. – 2019. – Т. 9. – №. 4 (29).
29. Перфильева, К. С. Исследования городских муравьев: методы и подходы / К. С. Перфильева // Ants and forest protection. – 2018. С. 179-186.
30. Перцева, Е. В. Видовой состав насекомых в смешанных травостоях в лесостепи Самарской области / Е. В. Перцева, В. Г. Васин, С. В. Перцев // Известия Самарской ГСХА. – 2018. – № 3. – С. 16-23.

31. Песенко, Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях / Ю.А. Песенко. – Москва: Наука, 1982. - 288 с.
32. Симоненкова, В.А. Особенности видового состава вредной энтомофауны городских насаждений / В. А. Симоненкова, А. А. Осмирко, Е. А. Ионова // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2015. №41.
33. Тарасова, О.В. Насекомые – филофаги зеленых насаждений городов: особенности структуры энтомокомплексов, динамики численности / О.В. Тарасова: дис. ... канд. Сельхоз. Наук: 03.00.16 / Тарасова Ольга Викторовна. Красноярск, 2004. – 360 с.
34. Тарасова, О.Е. Экосистемы в городской среде: структура, состояние, устойчивость, управление: учебное пособие. / О.Е. Тарасова. – Красноярск: [б.н.], 2013. – 203 с.
35. Хабибуллин, В.Ф. Влияние рекреации на оборонительное поведение насекомых-хортобионтов / В.Ф. Хабибуллин, А.Ф. Хабибуллин // Зоологический журнал. – 2011. – С. 1180-1187.
36. Хабибуллин, А. Ф. Человек как регулятор системы «растение – энтомофитофаг – энтомофаг» в городской среде / А. Ф. Хабибуллин, В. Ф. Хабибуллин // Зоологический журнал. – 2012. – Т. 91. – №. 3. – С. 304-304.
37. Чернов, Ю. И. Природная зональность и животный мир суши / Ю. И. Чернов. – Москва.: Мысль, 1975. – 222 с.
38. Шалыгина, А. Антропогенная нагрузка и видовое разнообразие растений, птиц и насекомых центральной части западного берега озера Большое / А. Шалыгина // Наука и молодёжь Красноярья – шаг в будущее: материалы региональной научно-практической конференции учащихся. – Красноярск: Министерство сельского хозяйства РФ, Департамент научно-технол. Политики и образования, ФГБОУ ВПО «Красноярский государственный аграрный университет», 2015. – С. 154-159.
39. Шиленков, В. Г. Герпетобионтные членистоногие в урбанистическом градиенте г. Иркутска / В. Г. Шиленков // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Биология. Экология. – 2020. – Т. 34.

40. Юркина, Е. В. Особенности энтомофауны урбоэкосистем европейского северо-востока / Е. В. Юркина, Е. М. Ефремова, В. А. Гимадиева // Февральские чтения. – 2014. – С. 75-78.
41. Юркина, Е. В. Специфика регионального энтомомониторинга в условиях крупного северного города Европейской России / Е. В. Юркина, С. В. Пестов // Теоретическая и прикладная экология. – 2016. – №. 1. – С. 64-72.
42. Юркина, Е. В. Видовое разнообразие членистоногих галообразователей урбанизированной среды г. Сыктывкара / Е. В. Юркина, С. В. Пестов // Теоретическая и прикладная экология. – 2017. – №. 1. – С. 77-82.
43. Bennett A. B., Gratton C. Local and landscape scale variables impact parasitoid assemblages across an urbanization gradient //Landscape and Urban Planning. – 2012. – Т. 104. – №. 1. – С. 26-33.
44. Connor E. F. et al. Insect conservation in an urban biodiversity hotspot: the San Francisco Bay Area //Journal of Insect Conservation. – 2002. – Т. 6. – №. 4. – С. 247-259.
45. Dale A. G., Frank S. D. Urban plants and climate drive unique arthropod interactions with unpredictable consequences //Current opinion in insect science. – 2018. – Т. 29. – С. 27-33.
46. Fattorini S. Insect extinction by urbanization: a long term study in Rome //Biological Conservation. – 2011. – Т. 144. – №. 1. – С. 370-375.
47. Huang D. et al. Degree of urbanization influences the persistence of *Dorytomus weevils* (Coleoptera: Curculionidae) in Beijing, China //Landscape and Urban Planning. – 2010. – Т. 96. – №. 3. – С. 163-171.
48. Lizée M. H. et al. Monitoring urban environments on the basis of biological traits //Ecological Indicators. – 2011. – Т. 11. – №. 2. – С. 353-361.
49. Wenzel A. et al. How urbanization is driving pollinator diversity and pollination – A systematic review //Biological Conservation. - 2020. - Т. 241. - С. 108-321.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А - Хортобионтные насекомые урбоценозов г. Красноярск за
23 июня

Отряды	Семейства	Лес			Парк 1			Парк 2			Лесостепь		
Homoptera	Aphididae	17	18	106	81	430	136	52	48	252	132	52	528
	Aphrophoridae				2	2	4						
	Cicadelidae	2		1		3						5	
	Delphacidae			1				1					
	Dictyopharidae						1					2	1
	Issidae												
	Jassidae	4	6	4	1	4	4	1	7	8	11	3	4
	Membracidae												
Orthoptera	Psyllidae		2	11	10	18	5	9	154	33	12	137	39
	Acrididae			1							11	16	23
Hemiptera	Tettigoniidae											3	4
	Alyidae											2	
	Anthocoridae	2			1		4	4	8	4	17	6	7
	Lygaeidae	5	2	5	1	2	2		1	3	1	7	5
	Miridae			1			2	3	5			2	3
	Nabidae												
	Pentatomidae	6	2	4			2	2	6	1	2	3	22
	Piesmatidae						2						
	Reduviidae									5			
	Rhopalidae								46		1		1
Hymenoptera	Tingidae											3	2
	Apidae			1	2			1	1			1	5
	Braconidae	4	2	4	9	5	1	1	3	4	5		2
	Chalcidoidea	32	13	58	45	41	49	27	88	57	101	97	60
	Chrysididae											3	
	Cynipoidea	4	2	6	2	8	4	3	5	9	8	9	5
	Formicidae	2	7	37	1	19	1	9	11	4	10	3	19
	Ichneumonidae		1		1				2	1			1
	Myrmicidae	3	1									1	
	Pompilidae								1				
	Proctotrupoidea	4	2	6	5	3	7	4	9	11	6	18	10
	Sphecidae						1	1				1	1
Thysanoptera	Vespidae												
	Xiphydriidae												
	Aelothripidae			4			5	2	16	1	32	30	18
	Thripidae	5	2	29	4		27	19	31	8	57	82	56
Coleoptera	Phloeothripidae			3			1	1	6	2	22	14	8
	Anthicidae											3	1
	Bruchidae	1							97			8	
Coleoptera	Buprestidae												

Продолжение приложения А

Отряды	Семейства	Лес			Парк 1			Парк 2			Лесостепь		
Coleoptera	Byrrhidae							1					
	Byturidae	2			1				2	1		1	1
	Cantharidae												
	Cerambycidae			3				1	1	2		1	
	Chrysomelidae			1				2	13	1	3	14	4
	Coccinellidae					3		2			1	3	10
	Corylophidae												
	Curculionidae	2	1	5	2	4	1	3	4	22	22	2	9
	Elateridae			2				1	2	1			
	Kateretidae				3		4	4	20		2	8	2
	Lagriidae												
	Meloidae								1			1	5
	Melyridae										7	2	
	Mordellidae	1					2		1	1		1	
	Nitidulidae			1	1	2	1	10	80			26	4
	Oedemeridae						1	1				3	3
	Staphylinidae	2											
Psocoptera	Psocidae												
Dermaptera	Forficulidae							1					
Diptera	Agromyzidae	18	17	21	15	21	33	69	28	18	130	51	34
	Asilidae									1			3
	Asteiidae	1		1							1		1
	Cecidomyiidae	26	17	25	19	19	4	28	3	61	24	29	48
	Chamaemyiidae	1		4		2		11	7	2	90	72	142
	Chironomidae	6	5	7	17	7	2	27	3	68	36	57	131
	Chloropidae	1		4			11	19	3	3	82	24	10
	Conopidae												
	Culicidae	2	4		4	1		1		8	5	5	10
	Curtonotidae							9			8		
	Dolichopodidae			1			2			2	2	5	
	Drosophilidae				12	4	3	11	5	4		12	3
	Empididae	1	2	2	2				1				
	Helcomyzidae						1	5	5	5	10	11	23
	Heleomyzidae	1		1	3		2	4		6			2
	Heterocheilidae	2	1		3		1	2			2	3	1
	Lauxaniidae			3		1			4	6	6	2	1
	Muscidae	1		1	4	1	1	3	3	5	8		5
	Oдиниidae	1		3			1	6	2	3	3	11	6
	Oestridae												
Phoridae	3	1	2	1	1	2	1			4	1		
Pipunculidae										1			
Pseudopomyzidae				2		1	15	4		35	15	11	
Scatophagidae			3	1	3	5	12	2	8	18	6	5	
Stratiomyidae							1	1					

Окончание приложения А

Отряды	Семейства	Лес			Парк 1			Парк 2			Лесостепь		
Diptera	Syrphidae												
	Tabanidae	2											
	Tephritidae	2		2	3		1		4		3	3	7
	Therevidae												
	Tipulidae			1									
Neuroptera	Chrysopidae					1	1		3		1	1	
	Hemerobiidae												
Lepidoptera	Noctuidae					1							
	Tortricidae			1			2	2	4		6	2	
	Pieridae									1			
	Satyridae												
	Nymphalidae												
Odonata	Coenagrionidae							2					
	libellulidae												

Приложение Б - Хортобионтные насекомые урбоценозов г. Красноярска за 17
июля

Отряды	Семейства	Лес			Парк 1			Парк 2			Лесостепь		
Homoptera	Aphididae	13	7	6	3	5	16	26	125	332	90	115	348
	Aphrophoridae	2		4	3			4					1
	Cicadelidae												
	Delphacidae											1	
	Dictyopharidae												
	Issidae	1											
	Jassidae		2	1	1	6	4	1	13	1	3	2	1
	Membracidae												
	Psyllidae	1			13	43	3	13	554	34	17	54	
Orthoptera	Acrididae							5	7		1	11	
	Tettigoniidae												
Hemiptera	Alyidae								3			1	1
	Anthocoridae	7	2	5			4	4	28	4	6	17	6
	Lygaeidae	7			2	2		1	4	2	4	4	3
	Miridae	4		1		4	4	9	5	1	4		24
	Nabidae	1											
	Pentatomidae	1	7	6			5	3	9	5	3	5	
	Piesmatidae											1	
	Reduviidae							1					
	Rhopalidae							2				4	
Tingidae													
Hymenoptera	Apidae	1					2	1	1		2	11	7
	Braconidae	2	1	1	3	8	1		4	3	6	3	
	Chalcidoidea	21	8	19	32	20	10	32	203	123	50	74	96
	Chrysididae												
	Cynipoidea	2			5			3	17		5	7	3
	Formicidae	1	2	6	2	15		1	2	2	5	15	15
	Ichneumonidae				3	2			2	3	3	1	1
	Myrmicidae		6		4								
	Pompilidae												
	Proctotrupoidea	5		2	7			2	21	9	5	8	8
	Sphecidae											1	
	Vespidae									1			
Xiphydriidae													
Thysanoptera	Aelothripidae	8					5	10	37	5	19	12	6
	Thripidae	10	2	2	1	2	7	27	45	25	34	37	77
	Phloeothripidae	1							5	1	17	4	2
Coleoptera	Anthicidae											9	
	Bruchidae								7				
	Buprestidae						1						
	Byrrhidae												
	Byturidae	3			1	1	2		2	2		2	1

Продолжение приложения Б

Отряды	Семейства	Лес			Парк 1			Парк 2			Лесостепь			
Coleoptera	Cantharidae	2							1					
	Cerambycidae													
	Chrysomelidae							17	34	3	2	7	1	
	Coccinellidae							1			6	1	2	
	Corylophidae										1			
	Curculionidae	15	1	1	1	2			4	8	6	1	5	
	Elateridae													
	Kateretidae								2					
	Lagriidae													
	Meloidae													
	Melyridae													
	Mordellidae													
	Nitidulidae	2			1				17	21	1	2	6	3
	Oedemeridae								2			3		
Staphylinidae														
Psocoptera	Psocidae													
Dermaptera	Forficulidae							1						
Diptera	Agromyzidae	7	3	8	17	10	14	69	82	7	68	53	18	
	Asilidae			1				1						
	Asteiidae				3				1					
	Cecidomyiidae	5	2	3	10	7	5	31	52	26	42	40	15	
	Chamaemyiidae	2			2			50	29	5	12	31	9	
	Chironomidae	3			3	4	1	50	28	11	19	53	15	
	Chloropidae	15			4		1	3	4		1	4	3	
	Conopidae		1											
	Culicidae	2			3	1	2	3	2	2	8	22	3	
	Curtonotidae													
	Dolichopodidae						4	1				2	9	
	Drosophilidae					1		3	10			3		
	Empididae	1			1	2							3	
	Helcomyzidae		1		1	2	2	22	7	4	4	9	9	
	Heleomyzidae	2				5			4	2	3	3	4	
	Heterocheilidae				3	5			4		1	9		
	Lauxaniidae							3	13	2	3			
	Muscidae	2	3		4	7	6	10	9	4	9	17	3	
	Odiniidae				2			14	9	6	2	5	5	
	Oestridae													
	Phoridae		1				2		1		2			
	Pipunculidae													
	Pseudopomyzidae	4			1				14		12	3		
Scatophagidae	3	1	5	7	9	4	23	14	11	16	22	4		
Stratiomyidae														
Syrphidae							1			1		1		
Tabanidae														

Окончание приложения Б

Отряды	Семейства	Лес			Парк 1			Парк 2			Лесостепь		
Diptera	Tephritidae	1			8	9			2		2	1	2
	Therevidae								1				
	Tipulidae	5			2	1	2	2	1	2	1	4	4
Neuroptera	Chrysopidae							3	4	8	4		6
	Hemerobiidae												
Lepidoptera	Noctuidae							1					
	Tortricidae	3		1				3			2	1	1
	Pieridae							1					
	Satyridae							1				1	
	Nymphalidae												
Odonata	Coenagrionidae												
	libellulidae												

Приложение В - Хортобионтные насекомые урбоценозов г. Красноярска за 3 августа

Отряды	Семейства	Лес			Парк 1			Парк 2			Лесостепь		
Homoptera	Aphididae	7	10	9	4	8	5	364	85	1140	158	258	376
	Aphrophoridae	1		1			1	1	2	2		1	
	Cicadelidae												
	Delphacidae							1	1				
	Dictyopharidae										2		
	Issidae						4		1				
	Jassidae			1		1	10	6	10	5	7	4	1
	Membracidae							1		1			
	Psyllidae				1	8	13	7	14	7	2	114	1
Orthoptera	Acrididae								3		1	5	
	Tettigoniidae												
Hemiptera	Alyidae			1				2		2		4	
	Anthocoridae		3	6	2	4		46	24	79	42	16	12
	Lygaeidae	5	7	4			4	11	4	3	8	2	6
	Miridae		4	6		4	4	11	7	16	4	1	10
	Nabidae		3					1	2				
	Pentatomidae	3	9	4			3	6	8	7	3	1	1
	Piesmatidae						2					1	
	Reduviidae						5	1					
	Rhopalidae							5	1			1	
Tingidae													
Hymenoptera	Apidae	1		1			1	9	3	4	2	2	4
	Braconidae		2	1	3	4	8	6	10	15	4	7	4
	Chalcidoidea	10	7	33	16	15	21	295	322	134	92	128	77
	Chrysididae												
	Cynipidae		1	1			2	17	12	9	9	10	10
	Formicidae	2	5	4	5	12	2	11		1	14	9	24
	Ichneumonidae	1	1				7	4	2	7	2	4	1
	Myrmicidae	1	14		1								
	Pompilidae												
	Proctotrupoidae	2	2	3		2	5	24	13	14	5	11	9
	Sphecidae							1		3			2
	Vespidae											1	
Xiphydriidae						2		1					
Thysanoptera	Aelothripidae	1					2	59	46	13	25	23	4
	Thripidae	4		9	2		5	112	84	25	203	40	44
	Phloeothripidae							13	8	9	18	17	
Coleoptera	Anthicidae											1	1
	Bruchidae										1		
	Buprestidae						1						
	Byrrhidae												
	Byturidae		1	10			3	1	5	13	1	6	2

Продолжение приложения В

Отряды	Семейства	Лес			Парк 1			Парк 2			Лесостепь		
Coleoptera	Cantharidae												
	Cerambycidae												
	Chrysomelidae			2		1	1	2	1				1
	Coccinellidae			2		2	2	3	5	2	11	4	
	Corylophidae												
	Curculionidae	2		50	2	1		4	2	44	1	1	3
	Elateridae			1							1		
	Kateretidae							1					
	Lagriidae		1										
	Meloidae												
	Melyridae												
	Mordellidae												
	Nitidulidae			2				13	15	13	2	3	
	Oedemeridae												
Staphylinidae									2				
Psocoptera	Psocidae								1				
Dermaptera	Forficulidae		1					1	4	3			
Diptera	Agromyzidae	7	9	10	18	11	44	122	52	20	53	31	21
	Asilidae												
	Asteiidae							9	8		3	12	
	Cecidomyiidae	9	6	5	9	18	5	85	25	77	89	24	22
	Chamaemyiidae				4	1	6	123	24	8	41	26	14
	Chironomidae	5	1	2				110	36	273	89	135	24
	Chloropidae		4	2	6	3	1	26	9	8	4	13	
	Conopidae												
	Culicidae		2		2		2	12	1	11	21	7	5
	Curtonotidae												
	Dolichopodidae	1		1				1				2	6
	Drosophilidae							11	12	4		6	
	Empididae	1		3			1	2	1	2	1		3
	Helcomyzidae				3	3	6	37	10	10	21	19	3
	Heleomyzidae		4		4		2	8	5		4	1	3
	Heterocheilidae	1	2		2	2	3	9	6	9	4	4	1
	Lauxaniidae	1	3		2	4	2	4	7	3	6		
	Muscidae		4	1	1		4	10	10	11	11	19	1
	Odiniidae		4		3	3		28	7	5	11	4	3
	Oestridae											1	
	Phoridae		3			1			2	7	2	6	
	Pipunculidae												1
	Pseudopomyzidae		5		5	1	6	15	9	9	5	12	5
Scatophagidae	1		1	6	6	4	37	12	7	20	12	6	
Stratiomyidae										1			
Syrphidae								1	1	4	4		
Tabanidae	1												

Окончание приложения В

Отряды	Семейства	Лес			Парк 1			Парк 2			Лесостепь		
Diptera	Tephritidae				6	3	13	2				2	1
	Therevidae												
	Tipulidae		5	3	2	1	1	6	3	14	2		
Neuroptera	Chrysopidae							3	9	8	6		5
	Hemerobiidae											9	
Lepidoptera	Noctuidae												1
	Tortricidae							2	11	1	1	3	
	Pieridae												
	Satyridae												
	Nymphalidae											2	
Odonata	Coenagrionidae												
	libellulidae						2						

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт фундаментальной биологии и биотехнологии
институт

Кафедра водных и наземных экосистем
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой

_____ подписью _____ инициалами, фамилией
« _____ » _____ 20 ____ г

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

06.03.01 - Биология

Структура сообществ насекомых хортобионтов в
зелёных насаждениях города Красноярска

Тема

Руководитель

25.06.21

подпись, дата

Дмитриенко

должность, ученая степень

В. К. Дмитриенко

инициалы, фамилия

Выпускник

Султонов 25.06.21

подпись, дата

Ш. А. Султонов

инициалы, фамилия

Красноярск 2021