

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Тульский государственный педагогический
университет им. Л. Н. Толстого»

На правах рукописи



Дубинин Максим Сергеевич

**ОСОБЕННОСТИ БИОЭКОЛОГИЧЕСКИХ И МОРФОЛОГИЧЕСКИХ
ХАРАКТЕРИСТИК НАСЕКОМЫХ В УСЛОВИЯХ ВЛИЯНИЯ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИЯХ ЛЭП
Г. ТУЛА И ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ**

1.5.15. Экология (биологические науки)

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Научный руководитель:
доктор биологических наук, профессор
Короткова Анна Альбертовна

Тула – 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	10
ГЛАВА 2 УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	41
2.1 Объекты и районы исследований.....	41
2.2 Методы исследований.....	49
ГЛАВА 3 НАСЕКОМЫЕ В РАЙОНАХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ.....	56
3.1 Видовой состав насекомых в районах линий электропередач.....	56
3.2 Видовой состав насекомых отдельных мест исследований.....	61
3.3 Оценка видового разнообразия насекомых в районах линий электропередач.....	76
3.4 Трофические группы насекомых в районах линий электропередач.....	81
ГЛАВА 4 ЗООГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ГИГРОПРЕФЕРЕНДУМ НАСЕКОМЫХ В РАЙОНАХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ.....	87
4.1 Зоогеографическая характеристика насекомых в районах линий электропередач.....	87
4.2 Гигропреферендум насекомых в районах линий электропередач.....	94
ГЛАВА 5 КАРАБИДОКОМПЛЕКС В РАЙОНАХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ.....	99
5.1 Видовой состав и жизненные формы жуужелиц в районах линий электропередач.....	99
5.2 Морфометрическая структура отдельных представителей семейства Carabidae в районах линий электропередач.....	112
5.3 Морфологические аномалии жуужелиц в районах линий электропередач.....	126
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	136
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	138
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	141

ПРИЛОЖЕНИЯ.....	168
ПРИЛОЖЕНИЕ А ВИДОВОЙ СОСТАВ НАСЕКОМЫХ В РАЙОНАХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ.....	169
ПРИЛОЖЕНИЕ Б ТРОФИЧЕСКИЕ ГРУППЫ НАСЕКОМЫХ В РАЙОНАХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ.....	181
ПРИЛОЖЕНИЕ В ЗООГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАСЕКОМЫХ В РАЙОНАХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ.....	199
ПРИЛОЖЕНИЕ Г ГИГРОПРЕФЕРЕНДУМ НАСЕКОМЫХ В РАЙОНАХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ.....	217

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Территории высоковольтных линий электропередач представляют собой особый тип антропогенно нарушенных экосистем. Их отличительной особенностью является наличие охранных зон, которые способствуют формированию специфического ландшафта, что оказывает влияние на видовой состав и структуру фаунистических сообществ (Wagner, 2014; Berg, 2016). Помимо этого значимым аспектом техногенного воздействия на биоту являются электромагнитные излучения (ЭМИ) ЛЭП. Таким образом, воздействие на живые организмы на территориях линий электропередач носит многофакторный характер.

Удобным объектом для изучения влияния внешних факторов на живые организмы являются насекомые. Реакции представителей энтомофауны вблизи ЛЭП могут быть весьма разнообразны. Наиболее распространенным ответом на действие ЭМИ являются изменения в поведении особей. Оно выражается во временной потере ориентации и координации в пространстве, в усилении агрессии, изменении в двигательной активности насекомых (Аникин, 2000; Еськов, 2008; Balmori, 2015). Исследования видовой обилия энтомофауны на территориях линий электропередач фрагментарны и зачастую затрагивают отдельные систематические или экологические группы (Аникин, 2000; Гордеева, 2013). Изучение реакций энтомокомплекса на электромагнитное излучение ЛЭП не проводилось. Между тем возможные изменения параметров экологической и морфологической структур насекомых позволяют оценить влияние на них различных техногенных факторов. Таким образом, для более целостного представления о влиянии ЭМИ ЛЭП на энтомофауну решением видится применение комплексного подхода. Изучение биоразнообразия и структуры энтомокомплексов и их

значимых компонентов, позволит составить более детальное представление о состоянии среды на территориях ЛЭП.

В связи с вышесказанным изучение влияния электромагнитного излучения ЛЭП на насекомых представляется весьма актуальным.

Степень разработанности темы. Изучению влияния электромагнитных полей ЛЭП на окружающую среду, включая насекомых, посвящено значительное количество работ: исследование биоразнообразия отдельных систематических групп (Lensu et al., 2011; Гордеева, 2013; Plewa et al., 2020; Лакотко, 2021), двигательной активности (Тобоев, 2014; Бражников, 2016; Biasotto, 2018; Shepherd, 2018; Vanbergen et al., 2019), ориентации и координации (Аникин, 2000; Balmori, 2015), численности (Russell, 2005; Hollmen, 2008; Еськов, 2009; Jonason, 2010; Ibbe et al., 2011; Гордеева, 2013; Berg, 2016; Hill et al., 2016; Гордиенко и др., 2017), миграции (Еськов, 2008; Гордеева, 2013; Lampinen et al., 2018). Однако недостаточно изученными остаются вопросы влияния электромагнитного излучения ЛЭП на биоэкологические и морфологические характеристики насекомых.

На территории Тульской области довольно много научных трудов посвящено изучению биоразнообразия энтомофауны и влиянию на нее различных антропогенных факторов: урбанизации (Дорофеев, 1995; Короткова, 2004; Огороков, 2005), рекреации (Чарина, 2002; Дорофеев, 2013), промышленного воздействия (Бутовский, 2001; Киселев, 2005). Исследования же влияния электромагнитного излучения ЛЭП на насекомых в Тульском регионе ранее не проводились.

Цель исследований: изучить биоэкологические и морфологические характеристики насекомых под влиянием электромагнитного излучения ЛЭП, расположенных в суходольных лугах и широколиственных лесах г. Тула и Тульской области.

Для достижения поставленной цели определены следующие **задачи**:

1. Выявить видовой состав насекомых и их распространение на территориях ЛЭП, расположенных на суходольных лугах и в широколиственных лесах.
2. Установить трофические группы, зоогеографические характеристики и гигропреферендум насекомых суходольных лугов и широколиственных лесов на территориях ЛЭП.
3. Оценить степень влияния электромагнитного излучения ЛЭП на морфометрические показатели жуужелиц суходольных лугов и широколиственных лесов.
4. Оценить связь частоты появления морфологических аномалий у представителей карабидокомплекса с уровнем электромагнитного излучения ЛЭП.

Научная новизна.

Впервые для Тульского региона изучены особенности трофической структуры, зоогеографических характеристик и гигропреферендума насекомых на территориях линий электропередач. Также впервые для указанных территорий изучены параметры морфологической структуры популяций жуужелиц. Произведена статистическая оценка влияния ЭМИ ЛЭП на морфометрические показатели отдельных видов жуужелиц. Впервые изучены морфологические аномалии жуужелиц на территориях ЛЭП и на основе их анализа произведена оценка качества среды.

Теоретическая и практическая значимость.

Результаты исследования позволяют дополнить сведения о видовом составе насекомых г. Тула и Тульской области. Материалы диссертации могут быть использованы при составлении или дополнении сведений Красной книги Тульской области в связи с обнаружением на исследуемых территориях редких и охраняемых видов. Расширены представления о зоогеографической структуре и гигропреферендуме насекомых в регионе. Получены новые данные по отдельным параметрам морфологической

структуры жужелиц для г. Тула и Тульской области, которые дают возможность оценивать качество среды и антропогенную нагрузку. Результаты работы используются в учебном процессе на факультете естественных наук ТГПУ им. Л. Н. Толстого в курсах «Зоология беспозвоночных», «Экология», «Экология животных», «Системная экология» и «Энтомология», а также при проведении учебных практик.

Методология и методы исследований. Исследования проведены по общепринятым методикам в области биологии, экологии и математической статистики, которые изложены в разделе «Методы исследований» соответствующей главы диссертации.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Видовой состав насекомых территорий ЛЭП обладает высоким разнообразием. Распространение систематических групп насекомых зависит от особенностей экосистем и показателей электромагнитного поля ЛЭП.

2. Трофические группы насекомых в качественном и количественном аспектах на территориях ЛЭП суходольных лугов и широколиственных лесов типичны для наземных экосистем. Зоогеографические характеристики и гигропреферendum насекомых суходольных лугов и широколиственных лесов на территориях ЛЭП также типичны для региона исследования.

3. Электромагнитное излучение ЛЭП влияет на морфологические признаки жужелицы *Poecilus cupreus* (Linnaeus, 1758), вызывая изменение морфометрических характеристик.

4. Между уровнем электромагнитного излучения ЛЭП и частотой встречаемости морфологических аномалий у представителей карабидокомплекса существует зависимость.

Степень достоверности результатов исследований. Исследования энтомокомплекса проводились в вегетационные сезоны 2014-2021 гг. общепринятыми методами (Фасулати, 1971). Были проведены маршрутные и стационарные исследования. За указанный период проведения работ нами

было собрано и определено 15430 экземпляров насекомых, в том числе 6168 жужелиц. Все использованные методы дают репрезентативный материал, пригодный для статистической обработки.

Апробация работы. Результаты исследований доложены на региональных, всероссийских и международных конференциях: региональной научно-практической конференции аспирантов, соискателей, молодых ученых и магистрантов «Исследовательский потенциал молодых ученых: взгляд в будущее» (Тула, 2015), III международной научной конференции «Моделирование структур, строение вещества, нанотехнологии сборник материалов» (Тула, 2016), XI международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы экологии» (Гродно, Беларусь, 2017), IV международной научной конференции «Многомасштабное моделирование структур, строение вещества, наноматериалы и нанотехнологии» (Тула, 2017), XVI Международной научной экологической конференции «Пространственно-временные аспекты функционирования биосистем» (Белгород, 2020), XVII Международной научной экологической конференции «Организмы, популяции и сообщества в трансформирующейся среде» (Белгород, 2022), научной конференции научно-педагогических работников, аспирантов, магистрантов ТГПУ им. Л. Н. Толстого «Университет XXI века: научное измерение» (Тула, 2020, 2021, 2022).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 26 работ, из них 4 статьи – в журналах, рекомендованных Перечнем ВАК РФ.

Личный вклад автора состоит в выполнении обзора литературных источников, в проведении полевых исследований, в статистической обработке данных, в обобщении и формулировке выводов. Выбор темы, разработка программы и подбор методов исследований выполнены совместно с научным руководителем д.б.н., проф. А. А. Коротковой.

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, выводов, списка литературы и приложений. Текст работы изложен на 228 страницах, включающих в себя 22 рисунка, 21

таблицу и 4 приложения. Список литературы содержит 262 наименования, в том числе 47 – на иностранных языках и 2 электронных ресурса.

Благодарности. Автор выражает особую благодарность за содействие и помощь, которая была оказана на всех этапах проведения исследований своему научному руководителю д.б.н., проф. Коротковой А. А., за помощь в определении насекомых – к.б.н., проф. Булухто Н. П., к.б.н., доц. Дорофееву Ю.В., к.б.н. Мамонтову С. Н., к.б.н. Огорокову М. В., ведущему специалисту естественно-исторического отдела Тульского областного краеведческого музея Лакомову А. Ф., методисту Тульского областного экзотариума Евсюнину А. А.

ГЛАВА 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В результате экономического и промышленного развития к существующим естественным источникам электромагнитных полей добавились множество искусственных. Постоянно повышается спрос на электроэнергию, в том числе и в связи с увеличением численности населения на планете. В результате чего количество источников электромагнитных полей техногенного происхождения постоянно увеличивается.

Одним из таких источников являются высоковольтные линии электропередач (ЛЭП), вблизи которых возникают электромагнитные поля промышленной частоты (50Гц). Согласно международной классификации эти ЭМП относятся к сверхнизкочастотным (СНЧ) (Регламент радиосвязи, 2014). Параметры этих полей зависят от класса напряженности и конструктивных особенностей ЛЭП (Milutinov, 2008; Бражников, 2016; Rueda, 2019). Вне зависимости от характеристик линий электропередач в непосредственной близости от них показатели электрического и магнитного полей могут быть весьма значительными. Измерения напряженности электрического поля (ЭП) под токонесущими проводами ЛЭП показали, что его показатели могут достигать от нескольких тысяч до десятков тысяч вольт на метр (В/м) (Гордеева, 2013; Пресман, 2013; Щербаков, 2013). Дальность распространения электрического поля зависит от класса напряжения линии электропередач. Значения магнитного поля (МП) вблизи ЛЭП невысоки и практически не отличаются от таковых магнитного поля Земли. Показатели МП показывают значительные величины только в непосредственной близости от проводов (1,0-1,5м), где достигают напряженности в 200 ампер на метр (А/м). Таким образом, влияние магнитного поля промышленной частоты ЛЭП на биологические объекты практически отсутствует. В качестве основного физического фактора в зоне действия линий электропередач выступает электрическое поле (Еськов, 2009; Карев, 2018). Тем не менее,

значение магнитного поля напрямую зависит от величины электрического, с повышением которого увеличивается и показатель МП. Таким образом, справедливо рассматривать действия обоих полей вместе, которые в совокупности образуют электромагнитное поле. Стоит отметить, что электромагнитные волны промышленной частоты сильно поглощаются почвой, поэтому на небольшом удалении от линии (50-100 м) напряженность поля падает до нескольких сотен и даже несколько десятков вольт на метр (В/м) (Гордеева, 2013; Пресман, 2013).

Во многих исследованиях отмечалось влияние электромагнитных полей ЛЭП на окружающую среду, в том числе и на насекомых. Причем воздействие линий электропередач могут приводить к разным эффектам, а данные в литературе довольно противоречивы.

Деятельность линий электропередач оказывает влияние на численность дождевых червей. В одних исследованиях отмечено, что их количество уменьшалось по мере удаления от крайней фазы ЛЭП-500 (Еськов, 2009). В других выделяют обратные результаты, где численность *Lumbricina* вблизи линий электропередач ниже, чем на контрольной территории (Гордиенко и др., 2017). Похожие выводы сделаны при изучении вблизи ЛЭП паукообразных. Отмечается, что в импактной зоне ЛЭП-220, в которой показатели электрического и магнитного полей максимальны, численность пауков снижается (Гордеева, 2013). Подобные результаты выделены для многоножек (Гордиенко и др., 2017). Действие линий электропередач негативно воздействует на репродуктивные функции двустворчатых моллюсков. Вблизи ЛЭП обнаруживается снижение численности молодых животных по сравнению с контрольной группой (Картавых, 2002).

Проведенные исследования в зонах надводного перехода ЛЭП в водной среде показали, что электрические поля могут влиять на ориентацию и поведение рыб. Наибольшее воздействие ЭП оказывают на рыб, которые характеризуются повышенной электрочувствительностью. Это относится, например, к представителям семейств осетровые и сомовые (Басов, 1999,

2007). Линии электропередач могут являться причиной гибели птиц. В основном это случается в результате столкновения их с опорой и проводами ЛЭП, а также поражения электрическим током (Воронова и др.). Сам же возможный механизм воздействия электромагнитных полей ЛЭП остается непонятен. С одной стороны, сравнение видового состава птиц на территории ЛЭП и контрольной группы каких-либо различий не показало (Карев, 2017). С другой при равной мотивации присутствия птиц на просеке и аналогичных ей открытых биотопах лесных полян наблюдается явное избегание ими высоковольтных ЛЭП (Шишкин и др.). В тоже время просеки ЛЭП могут быть привлекательными для птиц наличием кормовой базы, открытого пространства, опор и проводов, с которых открывается обзор больших территорий и обеспечивающих безопасность от наземных хищников (Карев, 2017).

Вблизи ЛЭП отмечено снижение видового и численного обилия мелких млекопитающих. Причем в зоне действия ЛЭП-500, где значения электрического и магнитного полей максимальны, эти показатели гораздо меньше, чем вблизи ЛЭП-110. На контрольной территории видовое и численное обилие мелких млекопитающих выше, чем вблизи обоих типов ЛЭП (Гашев и др., 2003; Жевновская и др., 2011). В районах линий электропередач довольно часто отмечается снижение плотности населения среди разных групп позвоночных по сравнению с контрольной группой. Такие результаты получены для земноводных, пресмыкающихся и млекопитающих (Цветков, 2008).

Электромагнитные волны являются существенным экологическим фактором, влияющим на жизнедеятельность энтомофауны. Реакции насекомых на электромагнитное поле могут быть весьма разнообразны. Наиболее распространенным ответом на действие ЭМИ является избегание насекомыми волн, создающих его. Отмечено, что многие летающие виды из разных систематических групп не подлетают на близкое расстояние к проводам линий электропередач. Такая реакция была отмечена, например,

для стрекоз из семейства *Aeshnidae*. Похожее поведение выделено для бабочек семейства *Pieridae*, которые либо облетали провода линий электропередач сверху, либо пролетали очень низко над землей. Причем белянки надолго не задерживались на растениях, которые находились в непосредственной близости от ЛЭП (Аникин и др., 2000).

Очевидно, что если насекомое как-то воспринимает геомагнитное поле, оно прежде всего может использовать его в своей пространственной ориентации. (Чернышев, 1996). В зоне действия ЛЭП показатели электрического и магнитного полей могут быть значительны. Это может сказаться на временной потере ориентации в пространстве и выражается в частичной потере координации в полёте, либо падением животного. Чаще всего это характерно для крупных насекомых. Они имеют более прямолинейный полет, что лишает их мобильности в воздухе, а, следовательно, им труднее избежать попадания в зону действия ЛЭП. Отмечено, что шмели видов *Bombus hortorum* (Linnaeus, 1761), *Bombus lucorum* (Linnaeus, 1761), *Bombus pratorum* (Linnaeus, 1761), а также *Melolontha hippocastani* (Fabricius, 1801) в 60-80%% случаях опускаются на землю (Аникин и др., 2000; Balmori, 2015).

Большое количество работ посвящено изучению двигательной активности насекомых под воздействием электромагнитного излучения. Много исследований по этому вопросу проведено на медоносной пчеле. Результаты исследований противоречивы. Так, с одной стороны наблюдалось уменьшение летной активности *Apis mellifera* (Linnaeus, 1761) (Biasotto, 2018; Shepherd, 2018). В других работах наоборот отмечалось, что электрическое поле стимулировало повышение двигательной активности. Причем она зависела от показателей ЭП. Так низкочастотное электрическое поле активировало летную активность пчёл. Причём максимальное перемещение *A. mellifera* наблюдалось через 4-7 минут после начала воздействия ЭП. После отмечался некоторый спад активности насекомых (Еськов, 2008). Под

действием электрического поля бумажные осы покидали свое гнездо за 1-3 минуты. (Еськов и др., 2009).

В отличие от пчел и ос воздействие слабого электромагнитного излучения на мучного хрущака (*Tenebrio molitor* (Linnaeus, 1761)) приводило к торможению ориентировочной реакции жуков. На начальном этапе опыта увеличивался временной интервал реакции насекомых. Однако спустя некоторое время жуки адаптировались, и на дальнейшую двигательную активность ЭМИ влияния не оказывало (Шейман, 2003, 2009). Было исследовано влияние электромагнитных полей низкой частоты на пустынную саранчу (*Schistocerca gregaria* ((Forsk., 1775))). Воздействие электромагнитных полей также снижало активность насекомых, что может быть использовано, как одно из средств для борьбы с этим вредителем (Wyszkowska et al., 2016). Помимо влияния электромагнитного излучения на двигательные функции вблизи линий электропередач наблюдается усиление агрессии у насекомых. Причем в ответ на вторжение пчел из чужих ульев показатели агрессии увеличивались на 60% (Антонов и др., 2016; Shepherd et al., 2019).

У ульев, расположенных в районе действия линий электропередач нарушается внутригнездовой микроклимат. Как было сказано, электрические поля ЛЭП могут повышать двигательную активность, что в свою очередь может привести к дестабилизации микроклимата улья. Неравномерное количество особей и разная их активность ведет к изменению температуры, влажности и газового состава внутри гнезда (Тобоев и др., 2014). Наибольшая дестабилизация этих параметров отмечается в районе летка (Еськов, 2008, 2016). В норме температура пчелиного улья не превышает 36 градусов. Однако в районах ЛЭП она может достигать значения в 38,2 (Еськов и др., 2008). В связи с этим нежелательно размещать ульи в зоне действия линии электропередач и рекомендуется располагать их не менее чем на расстоянии 100 метров от ЛЭП (Антонов и др., 2016). Помимо вышеописанных эффектов у пчел в районах линий электропередач

значительно снижается сбор меда. Причем показатель медосбора вблизи ЛЭП снижается на 30-40%. (Антонов и др., 2016). Высокая чувствительность пчел к ЭМП дает возможность использовать этих насекомых в системе мониторинга электромагнитного загрязнения окружающей среды (Тобоев и др., 2014).

Одной из главных характеристик популяции является ее численность. Электромагнитное излучение, являясь экологическим фактором, может оказывать на этот показатель некоторое влияние. На территории линий электропередач наблюдалось снижение численности *Hemiptera*, *Coleoptera*, *Diptera* по сравнению с контрольной территорией, которая располагалась на расстоянии 30-50м от ЛЭП. (Гордиенко и др., 2017). Помимо имаго разных систематических групп, вблизи ЛЭП снижается численность личинок отдельных видов. Такая тенденция в зоне действия линий электропередач отмечена для личинок жуков щелкунов *Agriotes sputator* (Linnaeus, 1761) и *Mosotalesus nigricornis* (Panzer, 1799). Численность личинок этих видов в районе ЛЭП ниже (4,4 ос./м²), чем на контрольной территории (14,2ос./м²). Вблизи линий электропередач также снижалось видовое разнообразие щелкунов. (Гордиенко и др., 2017). На территориях ЛЭП с разным напряжением численность насекомых может также отличаться. Это зависит от напряженности электрического и магнитного полей. Данные показатели могут отличаться вблизи различных линий электропередач и обусловлены их характеристиками. Так на территориях ЛЭП-0,4 и ЛЭП-10 численность насекомых-герпетобионтов несколько выше, чем в зоне действия ЛЭП-220, где значения ЭП и МП выше (Гордеева, 2013).

Кроме того численность *Insecta* может зависеть от удаленности маршрутов исследования от токонесущих проводов. Так в непосредственной близости (в 5 метрах) от центрального провода отмечено небольшое количество экземпляров насекомых. На отдалении от центрального провода (на 10 метров) численность *Insecta* повышается в 3 раза. Однако уже на расстоянии 15-20 метров показатели обилия снова уменьшаются до 8 раз.

Было сделано предположение, что на определенном расстоянии от центрального провода ЛЭП электромагнитное излучение оказывает тепловое воздействие на насекомых (Гордеева, 2013). Тем самым формируются оптимальные условия обитания для энтомофауны. Отмечается, что вблизи ЛЭП может повышаться температура почвы, что также оказывает влияние на насекомых (Короткевич, 2019).

В районах линий электропередач отмечается суточная миграция зеленых кузнечиков. Так в утренние часы насекомые покидают территорию ЛЭП, а в середине дня возвращаются. Причем миграционная активность зависит от напряженности линии электропередач и показателей электрического поля. В зоне действия ЛЭП-110 с утра плотность населения кузнечиков под крайним проводом в 1,46 ниже, чем на расстоянии 100 метров от него. В течение дня это значение уменьшается и достигает 1,16 раза, а к вечеру слегка увеличивается – 1,19. В районе ЛЭП-500 отмечается схожая тенденция перемещения кузнечиков в зависимости от времени суток и соотношения равны 3,45 - утром, 1,89 - днем и 2,35 - вечером. На миграцию кузнечиков в районах линий электропередач вместе с электромагнитным излучением оказывает влияние температура. Её понижение ведет к снижению плотности населения *Tettigonia viridissima* (Linnaeus, 1758), находящихся под ЛЭП. Так с понижением температуры на 10 градусов в зоне действия ЛЭП-110 плотность кузнечиков снизилась в 1,17 раза, а в районе ЛЭП-500 в 1,26. По мере удаления от линий электропередач на обеих территориях плотность насекомых увеличивалась (Еськов и др., 2009).

Под воздействием ЭМИ в районах линий электропередач не было отмечено повышение уровня смертности среди насекомых. Однако в лабораторных условиях были проведены ряд исследований о влиянии электромагнитного поля низкой частоты на смертность насекомых. Так при последовательном воздействии ЭМП на четыре поколения дрозофилы максимальная смертность отмечается в первом поколении. Во втором поколении данный показатель снижается. В третьем смертность личинок

дрозофилы снова увеличивается, а в четвертом опять уменьшается. Следовательно, смертность личинок носила волновой характер, а её максимальные значения в большинстве случаев отмечены в первом и третьем поколениях (Васильева, 2008; Олейникова, 2011). Похожие исследования на медоносных пчелах показали, что воздействие электромагнитного излучения может приводить к смерти не только на личиночной стадии насекомых, но и во время окукливания. При этом на успех спаривания ЭМИ не повлияло (Odemer et al., 2019). Электромагнитное излучение может использоваться как средство борьбы с вредителями. Обработка зерна ЭМИ ведет к снижению интенсивности развития насекомых на 50-70% вплоть до полного подавления их воспроизводства (Контарь, 2009). Используя электромагнитное излучение в комбинации с инсектицидами, повышается эффективность уничтожения колорадского жука. Причем электромагнитное излучение оказывает влияние на все стадии развития насекомого, так как электромагнитные волны достаточно равномерно распределяются по всей площади обрабатываемого участка. Данный способ имеет очевидные преимущества, так как позволяет снизить потери урожая картофеля до 10% и является абсолютно экологически безопасным (Родионов, 2019).

Применение ЭМИ оказывало влияние на жизненный цикл бобового долгоносика *Callosobruchus chinensis* (Linnaeus, 1758). Общий период развития насекомого от яйца до появления имаго был гораздо дольше, а продолжительность жизни взрослых особей оказалась короче при воздействии ЭМИ, чем в контрольной группе. Кроме того, отмечено, что последующие поколения были менее плодовитыми по сравнению с предыдущими. По мере снижения уровня излучения плодовитость *C. chinensis* повышалась (Maharjan et al, 2019). Воздействие электромагнитного излучения на зерна растений в течение определенного времени позволяет уничтожить насекомых вредителей (Черепнев и др., 2008).

Помимо негативного действия электромагнитного излучения в районах линий электропередач можно отметить несколько положительных моментов.

В первую очередь это связано с охранной зоной ЛЭП, на территории которой должна постоянно проводиться вырубка высокорослых растений: деревьев и кустарников (Постановление правительства..., 2023). В результате этих мероприятий образуется своеобразная просека, которая может простираться на десятки и сотни километров. Ее ширина зависит от характеристик и санитарно-защитной зоны конкретной линии электропередач. Таким образом, может возникнуть ситуация, когда на территории лесной экосистемы образуется просека, где формируется луговая растительность. Это может привести к изменениям условий обитания по сравнению с прилегающими лесными массивами (Wagner et al., 2014). Образовавшаяся просека дает потенциальную возможность для расселения луговых и лугово-лесных видов насекомых и увеличению их видового разнообразия. Кроме того, просеки вблизи ЛЭП играют важную роль для многих цветковых растений, что способствует увеличению биоразнообразия и численности насекомых-опылителей (Барыбкина, 2019). Во многих работах отмечено, что в районах санитарно-защитной зоны линий электропередач увеличиваются численное и видовое обилие отряда *Lepidoptera* (Jonason et al., 2008; Ibbe et al., 2011; Lensu et al., 2011; Lampinen et al., 2018). Причем показатели численности бабочек могут более чем в 10 раз превышать таковые с соседних прилегающих территорий (Berg et al., 2016). Также в свободных коридорах ЛЭП наблюдалось повышение видового и численного обилия семейства *Apidae* (Hill et al., 2016; Russell et al., 2005).

Помимо летающих насекомых в районе линий электропередач возможно повышение видового разнообразия и других представителей *Insecta*. По сравнению с прилегающими лесными массивами в коридорах ЛЭП увеличивается количество видов долгоносиков, чернотелок, короедов и усачей (Plewa et al., 2020). Причем численность последних напрямую зависит от того, насколько часто происходит вырубка деревьев, а также их вывоз с территории линий электропередач. Некоторые виды жуэлиц мигрируют в

район охранной зоны ЛЭП, тем самым расширяя территорию обитания (Hollmen et al., 2008; Plewa et al., 2020).

Как видно воздействие электромагнитного излучения в целом, и линий электропередач в частности может оказывать негативное влияние на жизнедеятельность насекомых. Это может проявляться как в нарушении координации и изменении поведения, так и влиять на биоразнообразие и численность насекомых вблизи ЛЭП. Однако следует отметить и возможные положительные моменты, такие как образовавшиеся просеки в пределах охранной зоны линий электропередач, а также потенциальное уничтожение вредителей сельскохозяйственных культур путем воздействия на них ЭМИ.

Разнообразие биоты и способы его оценки остаются центральной темой экологии. Величина разнообразия часто считается показателем лучшего или худшего состояния экосистем. Биоразнообразие включает в себя множество проявлений. К ним относятся разнообразие таксонов (отрядов, семейств, родов), экологических и трофических групп, жизненных форм, структур популяций и т.д. (Протасов, 2002). Возникает вопрос в необходимости упорядочения такого множества.

Говоря о видовом богатстве, как об одном из компонентов разнообразия, то наиболее простым способом является оценка абсолютного и относительного обилия. В этом случае оценивается биоразнообразие путем подсчета числа видов. Существует вариант использования графического метода как одного из способов оценки разнообразия. Из классических к нему относятся построение столбчатых и круговых диаграмм, гистограмм и линейных графиков. Такой способ оценки разнообразия является в большей степени наглядным, чем информативным. В этом случае почти невозможно сделать никаких предположений о характере зависимости видового обилия от каких-либо факторов (Протасов, 2002). Гораздо информативнее использовать графики близкие к статистическим методам, такие как диаграммы размаха, рассеивания или концентрации. Основное их преимущество в том, что они могут использоваться не только для

визуализации данных, но и для первичного выявления зависимостей от различных факторов. Такие графики удобно использовать не только для оценивания видового состава (Сушко, 2021), но и вариабельности каких-либо морфометрических показателей (Гринько, 2002; Тимофеева, 2010; Суходольская и др., 2020). В этом случае можно получить представление об изменчивости признака, выявить его плотность распределения, а также статистически сомнительные данные (выбросы).

Более информативными, чем простой подсчет видов или построение простых графиков являются индексы видового разнообразия. Они относятся к количественным методам анализа. Наиболее популярными являются индексы α -разнообразия и β -разнообразия. Основная задача первых – оценка разнообразия внутри сообщества на конкретной территории. Наиболее популярными из них являются индексы Шеннона, Маргалефа и Менхиника. Вторая группа индексов оценивает разнообразие между различными сообществами вдоль градиента среды (Андреев, 2003; Шитиков, 2005). К таковым относятся индексы Жаккара, Сьеренсена, Ратледжа, Брауна-Бланке, Кульчинского и т.п. Применение количественных методов анализа не только позволяет оценить разнообразие, но и установить причинно-следственные связи. Определенный подход в расчетах некоторых индексов даёт возможность использовать их впоследствии в математической статистике (Шитиков, 2005).

Оценивание разнообразия может иметь некоторые сложности с оценкой доли факторов, влияющих на него. Для более точных результатов и их трактовки следует применять методы математической статистики. Довольно популярным и достаточно информативным является кластерный анализ. Основная его идея заключается в разбиении заданной выборки на непересекающиеся подмножества, называемые кластерами, так, чтобы каждый кластер состоял из схожих объектов, а объекты разных кластеров существенно отличались (Электронный учебник..., 2023). Особенно эффективно использование кластерного анализа в сочетании с

вышеописанными индексами β -разнообразия, так как задача обоих методов заключается в группировании (выделении схожих) объектов. Методами кластерного анализа можно сравнивать видовое разнообразие сообществ (Короткова, 2004; Коваль, 2019; Беспалова, 2020; Гусева, 2020), зоогеографический преферендум (Ахметова, 2010), трофические связи, морфологические признаки (Хачиков, 2020). Это показывает его универсальность, широкое применение, что делает его одним с самых популярных способов статистической обработки данных.

В биологических и экологических исследованиях довольно часто применяется корреляционный анализ. Его основной задачей является выявление силы и направления связи между двумя количественными или качественными порядковыми признаками (Электронный учебник..., 2023). В трудах по энтомологии можно встретить использование корреляционного анализа для оценки влияния каких-либо факторов на развитие, выживание и биологическое разнообразие разных групп насекомых. Причем в качестве факторов можно принимать как абиотические, такие как влажность, освещение и температура (Фролов и др., 2020; Глазунова и др., 2021; Корсакова и др., 2021), так и биотические (характер трофических связей, флористический состав) (Короткова, 2004; Булухто, 2011; Абакарова и др., 2021). Для оценки состояния окружающей среды в качестве категориальной величины принимают антропогенные факторы. Это дает возможность установить силу взаимосвязи переменных, а также определить причинно-следственные связи (Еремеева, 2013, Сливинский и др., 2018).

Результаты корреляционного анализа в дальнейшем могут быть использованы для применения методов регрессионного анализа. Его задача исследование структуры связей изучаемой системы, детального их исследования и построения модели (уравнения прогноза, зависимости). Он ориентирован на выявление в исходной структуре причинно обусловленных функциональных зависимостей (Власов, 2000). Иными словами регрессионные модели позволяют предсказать изменение величины одной

переменной от изменения другой. В контексте оценки биологического разнообразия методы регрессионного анализа очень универсальны, так как их можно использовать для оценивания разных компонентов. В энтомологических исследованиях с помощью данного метода отлично устанавливаются связи между видовым разнообразием насекомых и составом растений и их проективным покрытием (Сушко, 2017). Регрессионные модели можно использовать для изучения трофических связей внутри энтомокомплексов (Короткова, 2004; Короткова и др., 2011). Методами регрессионного анализа возможно установить взаимосвязь между отдельными показателями популяции, например численностью и рождаемостью (Белов, 2011), морфометрическими величинами и массой тела (Павлов, 2007).

Другим методом математической статистики, применяемым в биологических и экологических исследованиях, является дисперсионный анализ. Основная его идея заключается в выявлении значимости различия между средними. Методы дисперсионного анализа используются в случаях, когда исследуются изменения результативного признака под влиянием каких-либо факторов или изменяющихся условий среды. Безусловно, с помощью дисперсионного анализа можно оценивать видовое разнообразие, а также сравнивать его в рамках разных территорий (Голиков, 2008, 2020; Фролов и др., 2020; Сушко, 2021). Однако, учитывая его основное назначение, а именно выявление различий между средними значениями наиболее уместно методы дисперсионного анализа использовать для оценки разнообразия морфометрических показателей (Минец, 2003; Суходольская и др., 2017; Чурсина, 2018; Сушко и др., 2020).

Таким образом, совместное использование методов математической статистики вместе с графиками описательной статистики представляется наиболее информативным вариантом для оценки биологического разнообразия, а также выявления каких-либо зависимостей, влияющие на многообразные компоненты этого же разнообразия.

Видовой состав и распределение насекомых в любой экосистеме обусловлены, в том числе и трофическими связями. Трофические отношения являются одной из наиболее важных характеристик экосистем (Srivastava et al, 2006). Благодаря трофическим связям осуществляется поток вещества и энергии, без которых невозможно существование живых систем. Соотношение трофических группировок в естественных условиях относительно стабильно и характеризует среду обитания и типы экосистем. Однако под антропогенным воздействием возможны некоторые изменения в количественных показателях той или иной группировки, что впоследствии может привести к перестройке трофической структуры сообществ.

Одним из результатов воздействия антропогенных факторов является изменение численности и плотности населения насекомых. Так, уничтожение растительного покрова приводит к сокращению доли особей во всех трофических группах. Но особенно это влияет на сапрофагов, плотность которых при вырубках может снижаться до 4 раз, в то время как доля фитофагов уменьшается в 3,3 раза, а зоофагов в 1,8 раза (Дорохов и др., 2016). Под воздействием рекреации в лесной экосистеме происходят изменения в видовом составе растительности. Появляются луговые и сорные виды, что ведет к появлению растительноядных насекомых. Смена растительного сообщества может привести к почвообразовательным процессам. Это в свою очередь также может влиять на трофические связи насекомых (Сабанцев и др., 2014). Нарушение структуры почвы, изменение ее влажности, а также сильное уплотнение верхних горизонтов может привести к уничтожению естественных условий обитания для насекомых. Это ведет к резкому снижению долей особей из трофических групп зоофагов и сапрофагов и возрастающей роли фитофагов (Дорохов и др., 2014). Применение пестицидов в сельском хозяйстве приводит к снижению численности всех трофических группировок, и в особенности фитофагов (Сумароков, 2003). Промышленные поллютанты способствуют снижению устойчивости растений и, как следствию, увеличению численности

насекомых-фитофагов. Это характеризуется изменением состояния кроны и уменьшением листовой пластинки. Вблизи заводов возрастает доля сосущих фитофагов, тогда как уменьшается процент насекомых с грызущим ротовым аппаратом. Связано это с тем, что на растениях оседают разные загрязняющие вещества, делающие растительную пищу недоступной для грызущих насекомых (Селиховкин, 1988; Нестерков и др., 2009).

Исследование трофических групп в зонах действия ЛЭП фрагментарны и неоднозначны. Для луговых экосистем отмечено, что доля особей насекомых-зоофагов выше по сравнению с контрольными территориями, тогда как фитофагов снижена, а сапрофаги практически отсутствуют (Гордиенко и др., 2017).

Для Тульской области изучена трофическая структура энтомокомплекса в урбанизированных условиях. Соотношение трофических групп насекомых города и его отдельных экосистем подчиняется общим экологическим закономерностям. Наибольшим видовым обилием отличаются фитофаги. Несколько меньше по численности зоофаги и паразиты, а доля остальных групп (сапрофаги, микофаги, миксофитофаги) невелика (Короткова, 2004). Это показывает, что не всегда под влиянием антропогенного прессинга происходит изменение соотношения количественных характеристик трофической структуры. Похожие результаты получены при изучении трофического спектра филофагов города Волгограда, где доминировали олигофаги, что свидетельствует о сформированности и стабильности энтомофауны (Белицкая и др., 2018). Однако стоит отметить, что несмотря на устойчивость трофической структуры энтомокомплексов в урбанизированных условиях, иногда происходит сокращение доли одних групп и увеличение других. Такая тенденция отмечена при изучении трофического преферендума пилильщиков Тульской области. В естественных и урбанизированных условиях преобладают олигофаги, что соответствует обычному распределению трофических групп для этих насекомых. Однако в городе численность

олигофагов снижается и увеличивается доля полифагов и монофагов, что объясняется составом растительных сообществ (Булухто и др., 2011).

Данные о трофической структуре энтомофауны могут иметь прогностическое значение и использоваться в биоиндикации (Клаусницер, 1990). Оценить степень значимости отдельных трофических группировок, а также спрогнозировать их динамику при каких-нибудь изменениях возможно с помощью выше упомянутых методов математической статистики (Короткова, 2004).

Помимо трофических связей важным показателем состояния энтомофауны является зоогеографическая характеристика. Её изучение дает возможность установить степень устойчивости отдельных видов насекомых или всего сообщества в целом к изменению среды, в том числе в условиях различного антропогенного воздействия. Исследование зоогеографической структуры энтомофауны может быть значимым для понимания общих тенденций распространения различных видов и возможной коррекцией их ареалов (Kovtun et al., 2020).

Ввиду большого биоразнообразия насекомых, а также чрезвычайно широкого распространения многих видов до сих пор ведутся споры о единой системе зоогеографического районирования (Кражановский, 2022). На расселение насекомых влияют климатические и биотические условия, взаимодействие миграционных процессов и биогеографические барьеры. Хотя во многих случаях важнейшим фактором, определяющим распространение энтомофауны, являются пищевые связи (Кражановский, 2022).

Тульская область располагается на стыке двух зон: широколиственных лесов и лесостепи, что даёт высокое в зоогеографическом отношении разнообразие энтомофауны. Несмотря на это во многих исследованиях отмечается значительное преобладание видов с широким типом ареала обитания. Изучение Чешуекрылых в природных экосистемах Тульской области показало, что большинство видов относятся к

транспалеарктическому комплексу. Также довольно значимые группировки бабочек имеют западно-центральнопалеарктическое и голарктическое распространение (Булухто и др., 2015). Похожая тенденция распространения отмечена при изучении карабидофауны широколиственных лесов Тульской области, где также преобладал транспалеарктический тип ареала обитания (Дорофеев, 1995). В природных экосистемах на территориях других регионов центральной России тенденция распространения энтомофауны схожа. Исследование зоогеографической характеристики фауны полужесткокрылых заповедника «Галичья гора» Липецкой области показало, что большинство видов относятся к палеарктическому и западнопалеарктическому типу ареала (Голуб и др., 2019). В результате исследования зоогеографической структуры стрекоз среднерусской лесостепи Белгородской, Липецкой и Тамбовской областей выявлено, что преобладают виды с широкими ареалами в широтном и долготном направлениях (Соболева и др., 2016).

В искусственных экосистемах, например в урбанизированных, зоогеографическое распространение насекомых практически не отличается от естественных. Это прослеживается при изучении Чешуекрылых в рамках города Тулы. Преобладают виды, относящиеся к транспалеарктическому комплексу, который характеризуется широким ареалом обитания (Окорочков, 2005). Похожая тенденция отмечена при изучении зоогеографического состава энтомофауны парковых зон Тульской области и внутриквартальных насаждений Тулы (Чарина, 2002; Борисенко, 2005). Исследование дендрофагов в насаждениях урбанизированной территории Волгограда выявило доминирование особей с палеарктическим и европейским типом ареала (Ельникова, 2012, 2012). Преобладали также насекомые с более широким ареалом. Причем это выразилось как в видовом, так и в численном обилии. Анализ зоогеографической характеристики энтомофауны вблизи Волгоградского алюминиевого завода показал преобладание палеарктических и голарктических видов (Богодухов, 2013).

Как видно зоогеографическая характеристика насекомых, а именно ареалы их обитания зависят в бóльшей степени от географического положения и климатических условий, чем от антропогенного воздействия. Причем это характерно для разных систематических групп.

Но все же в редких случаях в зоогеографической структуре энтомофауны происходят достаточно сильные изменения, как например при пахотной и пастбищной дигрессиях. На первых этапах восстановления экосистемы отмечается увеличение доли одних зоогеографических групп насекомых над другими. И только по мере восстановления экосистем зоогеографическая структура энтомофауны на этих территориях выравнивается (Клемина, 2003).

Помимо центральной России довольно много исследований зоогеографической характеристики насекомых проведено в сибирском регионе. Изучена зоогеографическая структура слепней средней тайги Западной Сибири (Тюмасева и др., 2017) и центральной Якутии (Барашкова и др., 2018). На территории Западно-сибирской равнины исследована зоогеографическая характеристика шмелей (Бывальцев, 2011). Изучен зоогеографический преферендум карабидофауны урбанизированных территорий Кемерово (Еремеева, 2006).

Большое количество исследований зоогеографической структуры насекомых проведено на юге России. На территории степной зоны Кавказа изучена зоогеографическая характеристика стрекоз (Кетенчиев и др., 2018), усачей (Абдурахманов, 2013), и совок (Магомедова, 2017). Зоогеографический анализ *Noctuidae* проведен в прибрежных и островных экосистемах Северо-западного Каспия (Абдурахманов и др., 2013).

Биотопическая приуроченность насекомых определяется конкретными характеристиками видов. Одной из таковых является гигропреферендум. Выбор биотопа дает возможность избежать неблагоприятных факторов среды, а также выбрать более подходящие условия для обитания. В естественных условиях соотношение группировок насекомых по

гигропреферендуму характеризуется относительной стабильностью (Шаламова и др., 2012). В большинстве случаев распределение групп зависит от физико-географического расположения территории, его ландшафта и флористических особенностей (Алексеев, 2007; Важенина, 2014; Трошкова и др., 2015; Голуб и др., 2019).

Антропогенная деятельность может привести к изменениям ландшафтов. Это в свою очередь ведет к созданию мозаичности природных условий. Поэтому интразональные биотопы вносят существенное разнообразие в экологическую структуру энтомофауны (Сигида, 2010). Например, в результате расчистки леса, сенокосения, выпаса скота появляются суходольные и пойменные луга. Таким образом, антропогенное воздействие ведет к нарушению изначальных природных экосистем (Романкина, 2014).

Создание лесополос в степной зоне изменяет гидротермический режим, что приводит перестройке почвенного населения энтомофауны. В результате на полях в зоне лесных полос создаются благоприятные условия для насекомых, приспособленных к мезофильным условиям. В итоге это ведет к повышению видового разнообразия энтомофауны (Сигида, 2010). По мере увеличения рекреационной нагрузки в лесных экосистемах отмечены изменения в физико-химических параметрах почвы, в том числе и влажность. Это может влиять на оптимальные условия обитания для различных видов насекомых (Дорофеев и др., 2013).

Наиболее подверженные антропогенному воздействию экосистемы характеризуются преобладанием мезофильных видов. Высокая доля гигрофилов обычно отмечается в сообществах, которые испытывают минимальную антропогенную нагрузку (Нагуманова, 2005; Алексанов, 2007; Автаева, 2012). С увеличением рекреационного прессинга широколиственных лесов Тульской области отмечается повышение численности мезофильных видов жуужелиц, тогда как гигрофильные встречаются гораздо реже (Дорофеев, 1995; Дорофеев и др., 2013). Похожие

результаты отмечены при изучении гигротермического преферендума Чешуекрылых в урбанизированных экосистемах города Тулы. Отмечено преобладание мезофилов, что объясняется климатическими условиями, а также видов ксерофилов, что связано с повышенной температурой воздуха и более низкой влажностью в городе. Количество влаголюбивых видов в пределах города Тулы минимально (Огороков, 2005). Схожие тенденции выявлены при изучении прямокрылых на урбанизированных территориях города Калуги, где преобладали насекомые из групп мезофилов и ксерофилов (Алексанов, 2007).

В целом же гигротермический преферендум энтомофауны малоизучен, а исследования в большинстве случаев носят фрагментарный характер.

Как было сказано выше, одной из основных задач современной экологии является сохранение биологического разнообразия. Это особенно актуально в условиях антропогенного прессинга. В данном контексте удобными модельными объектами для изучения являются представители семейства *Carabidae*. Жужелицы характеризуются широким распространением, высокой численностью, экологическим разнообразием и чутко реагируют на изменения в окружающей среде. Среди показателей состояния карабидокомплексов в биоценозах часто используются такие параметры как видовой состав, численность и жизненные формы. В естественных экосистемах вышеназванные характеристики стабильны и напрямую зависят от климатических условий, ландшафтных особенностей и растительного покрова. Тульская область отличается наличием двух природных зон: широколиственных лесов и лесостепи, что делает видовой состав насекомых, в том числе и карабидокомплекса более разнообразным. Основная масса лесов, а, следовательно, и лесных видов распространяется в центральной и северной части области. Распределение систематических групп карабидофауны обычно для лесов центральной России. Преобладают жужелицы родов *Carabus*, *Harpalus* и *Pterostichus* (Дорофеев, 1995; Грюнталь, 2010). На юге области отмечается снижение видовой обилия

лесных представителей ввиду наличия в ней лесостепной зоны, где преобладают жуужелицы открытых пространств. Наиболее многочисленны представители родов *Amara*, *Harpalus* и *Poecilus*. Всего же на территории Тульской области в настоящее время зарегистрировано 211 видов жуужелиц из 57 родов (Дорофеев, 2008). Сходные результаты видового состава и соотношения систематических групп *Carabidae* отмечены в Тамбовской области, территория которой также представлена вышеназванными природными зонами (Шаламова и др., 2012; Романкина, 2019).

В соседних областях, проходящих через территории смешанных широколиственных лесов, видовой состав и распределение групп несколько отличаются, так как эти характеристики, как было сказано, напрямую зависят от флористических особенностей территорий. В Московской области наибольшим видовым обилием отличались жуужелицы родов *Amara*, *Carabus*, *Calathus*, *Harpalus* и *Pterostichus*. Причем такое распределение характерно как для южных регионов области, так и северных (Грюнталь, 2010; Трошкова, 2015). Преобладание вышеназванных систематических групп в целом обычно для лесов центральной России. В Калужской области наибольшим разнообразием в лесных экосистемах также обладают жуужелицы родов *Amara*, *Harpalus* и *Pterostichus* (Алексеев, 2002, 20007). Доминирование этих систематических групп карабидофауны отмечено в лесах Костромской, Тверской и Ярославской областей (Грюнталь, 2010; Анциферов, 2017).

В луговых экосистемах преобладают жуужелицы открытых пространств. К типичным группам доминантам относятся представители родов *Amara* и *Harpalus*. Виды вышеназванных групп преобладали на лугах республики Мордовии. Причем максимальным видовым обилием жуужелиц отличались суходольные и пойменные луга (Ручин и др., 2014). Высокое биоразнообразие карабидофауны таких лугов отмечалось и Брянской области. Доминирующими группами по-прежнему являлся род *Harpalus*, а также *Pterostichus* (Бухолова, 2010, 2016). Схожие результаты видового обилия

отмечено на пойменных лугах Рязанской области (Семина, 2004; Трушицына, 2008).

Пластичность этой систематической группы позволяет проследить влияние различных антропогенных факторов на *Carabidae*. В результате может произойти трансформация структуры населения карабидофауны. При урбанизации возможны изменения в видовом составе жуужелиц. Это проявляется в увеличении доли видов открытых пространств и уменьшении разнообразия лесных представителей (Алексанов и др., 2010; Грюнталь, 2010). Последний факт отмечается во многих европейских государствах, например, в Финляндии, Дании, Англии и Венгрии (Magura et al., 2005; Sadler et al., 2006; Elek et al., 2007; Niemela et al., 2009). Под влиянием урбанизации снижается плотность жуужелиц, а также их численность, в том числе и доминантных видов (Алексанов и др., 2010; Davies et al., 2012; Kotze et al., 2012; Гордиенко и др., 2019; Magura et al., 2020). В тоже время близость автотрасс в городских условиях, по-видимому, не оказывает влияние на видовой состав жуужелиц. Это связано с тем, что урбанизированные территории изначально заселяются пластичными видами, которые легко приспосабливаются к различным условиям (Хотулева и др., 2017). Однако за городом вблизи автодорог видовой состав и численность жуужелиц могут снижаться. По мере удаления от трасс эти показатели повышаются (Бутовский, 2001; Якушкина и др., 2019). На жуужелиц оказывает влияние промышленная деятельность предприятий, вблизи которых отмечается снижение численности *Carabidae* (Бутовский, 2001; Короткова, 2004; Киселев, 2005; Булухто и др., 2009; Автаева, 2012).

Особое внимание стоит уделить одной из важнейших экологических характеристик *Carabidae* – жизненных формах. Их разнообразие позволило жуужелицам расселиться в самых разных биотопах. Преобладающие группы жизненных форм жуужелиц надежно отражают особенности почвенных и растительных условий, в зависимости от которых формируется определенный видовой состав карабидофауны. В результате нарушения

условий обитания происходят изменения в спектре жизненных форм (Алалыкина, 2005). Это позволяет проследить за изменениями в биоценозах, которые могут быть вызваны, в том числе и антропогенной деятельностью. Таким образом, жизненные формы *Carabidae* служат надежным индикатором стабильности развития биоценозов (Алалыкина, 2005; Avgin et al, 2010; Эржапова и др., 2019).

Наличие и соотношение отдельных групп жизненных форм жувелиц отличается в зависимости от конкретного биотопа, а также присутствия или отсутствия антропогенного прессинга. В лесных фитоценозах, подверженных влиянию рекреации наблюдается сильное доминирование зоофагов. Это объясняется тем, что в таких лесах травяной ярус находится в угнетённом состоянии, что оказывает негативное влияние на миксофитофагов (Чарина, 2002; Исаева, 2012; Дорофеев и др., 2013.). В данном случае также стоит отметить изменение физических свойств почвы из-за вытаптывания или наличие асфальтового покрытия, которые напрямую влияют на их видовое обилие (Блинников и др, 1987; Хотелева, 1997; Короткова, 2004).

Обратная тенденция распространения жизненных форм *Carabidae* отмечается при вырубке леса. Снижается доля видов зоофагов, особенно населяющих подстилку. К таковым относятся, например, подстилочные и почвенные стратобионты. В свою очередь увеличивается доля миксофитофагов таких как геохортобионтов и стратохортобионтов. Это является показателем меняющихся растительных условий, а именно травяного яруса (Анциферов, 2017).

Спектр жизненных форм жувелиц лесов Тульской области показал, что преобладают зоофаги, которые представлены 11 группами. Доминирующей формой являлись стратобионты подстилочные и подстильно-почвенные. В мало нарушенных лесах доля зоофагов достигала 99,28%. Миксофитофаги представлены 3 группами жизненных форм, среди которых наибольшую численность показывали геохортобионты гарпалоидные (Дорофеев, 1995). При возрастании урбанизации отмечено упрощение жизненных форм у

жужелиц и некоторый сдвиг спектра жизненных форм. Виды-зоофаги хоть и являются доминирующей группой, однако они менее устойчивыми к антропогенному влиянию, чем миксофитофаги. Отмечается сокращение доли подстильно-почвенных стратобионтов и увеличение подстилочных стратобионтов (Дорофеев, 1995; Борисенко, 2005). В некоторых случаях количество групп жизненных форм миксофитофагов может и вовсе увеличиться, что также объясняется их бóльшей пластичностью, чем зоофагов (Короткова, 2004). Перераспределение жизненных форм в урбанизированных экосистемах, как и в случае с влиянием рекреационной деятельности, связано с изменением состава растительности в результате антропогенного воздействия (Дорофеев, 1995).

На отвалах фосфогипса химического завода спектр жизненных форм неоднороден. Отвалы, лишённые растительности имеют более бедный спектр жизненных форм, который представлен крупными видами зоофагами, способными хорошо перемещаться по поверхности и зарываться в почву. По мере увеличения растительности появляются жужелицы мелких и средних размеров, обитающие, в том числе среди корней (Ганиновский и др., 2014). Похожая тенденция распределения жизненных форм *Carabidae* наблюдается на участках с нефтяным загрязнением. Отмечено преобладание зоофагов стратобионтов подстильно-почвенных и подстильно-трещинных. Довольно большую долю занимают миксофитофаги геохортобионты подстильно-почвенные (Автаева, 2012).

Однако не всегда влияние антропогенных факторов ведет к сдвигу спектра жизненных форм жужелиц. Так в промышленных зонах Тулы характер распределения жизненных форм относительно стабилен и зависит скорее от зональности (Киселев, 2005). Не всегда влияние техногенных факторов ведет и к уменьшению количества тех или иных жизненных форм. Например, в зоне действия среднеуральского медеплавильного завода спектр жизненных форм был значительно шире (11 групп), чем в буферной (6) и фоновой (5) зонах. Сделано предположение, что выработанные механизмы

устойчивости к негативным климатическим факторам могут быть и эффективны при химическом загрязнении (Ермаков, 2004).

В целом из-за своей пластичности и способности чутко реагировать на изменения окружающей среды изучение жужелиц носит широкий характер. Довольно много исследований карабидофауны проведено в северо-западном регионе: Астраханской области (Филиппов и др., 2006; Болотов и др., 2011; Вихрева и др., 2018, 2019), республики Коми (Ужакина, 2006) и Вологодской области (Конакова, 2012; Белова, 2014). В республике Мордовия изучена фауна жужелиц коренных и вторичных лесов (Ручин и др., 2014, 2015, 2015, 2015, 2016). Довольно много исследований карабидофауны проведено в лесах сибирского региона (Стриганова, 2001, 2005; Дудко, 2002; Бужкало, 2010; Важенина, 2013) и Урала (Козырев и др., 1998; Воронин и др., 2015). На территории Сибири также изучено распределение жужелиц в травянистых сообществах (Важенина, 2014). Изучено население жужелиц лесов (Рогатных, 2002; Ужакина, 2006; Куберская, 2013) и лугов Дальнего востока (Рогатных, 2002; Клитин, 2005; Вертянкин и др., 2012, 2013; Сундуков, 2019).

Как было сказано выше, антропогенные факторы могут оказывать влияние на видовое разнообразие энтомофауны, ее трофическую и экологическую структуры. Естественно, что они влияют и на фенотипические особенности насекомых (Короткова, Дубинин, 2017в), а также на процессы онтогенеза. В морфологии насекомых нередко встречаются различные отклонения от нормы. Одним из вариантов таких нарушений являются морфологические аномалии. Они могут быть обусловлены генетическими факторами, механическими, термическими, химическими, радиационными и иными повреждениями развивающегося организма. Однако тератология насекомых малоизучена, в основном на констатирующем уровне (Кондратьева и др., 2014; Назаренко, 2014; Castro et al, 2014). Из крупных исследований по этой теме можно выделить работы Ж. Балажука и Ю.А. Присного, которые составили «классификацию уродств» (Balazuc, 1958; Присный, 2009б). Последний несколько дополнил и изменил

ее путем объединения некоторых типов патологий. Согласно классификации Ю.А. Присного выделены две основные группы аномалий – механические повреждения и морфологические аномалии (тератозы). В первую включены повреждения механического происхождения, такие как надломы, проколы, трещины, обрывы и различные деформации. Их появление является результатом воздействия травмирующего фактора. Вторая группа более разнообразна и причиной этих аномалий могут быть как механические воздействия на куколку, так и генетические и физиологические нарушения. Наиболее часто встречаемыми аномалиями у насекомых в этой группе являются нарушение пигментации и аномалии жилкования (Присный, 2009а, 2009б). Всего же в исследованиях Ю.А. Присного в местах с высокой антропогенной нагрузкой патологии выявлены у 69 видов жесткокрылых из таких семейств как жужелицы, мертвоеды, шелкоуны, листоеды, нарывники, пластинчатоусые (Присный, 2009а, 2009б).

В целом исследования морфологических аномалий насекомых, как было сказано, носят фрагментарный характер. У клопа-кружевницы *Tingis cardui* (Linnaeus, 1746) выявлена билатеральная олигомерия усиков. Она проявляется в несимметричности усиков и редукцией на них разных члеников. Появление данной аномалии предположительно связано с постоянной обработкой пестицидами кормового растения насекомого – чертополоха (Кондратьева и др., 2014).

Под воздействием электромагнитного поля промышленной частоты (50Гц) наблюдалось развитие патологии крыльев у дрозофилы. Это выразилось в их отсутствии или частичной деформации. Предположительно, что под воздействием электрического поля 50-100Гц, начинает колебаться хитиновый покров личинок. Это может вести к нарушению процесса морфогенеза и формированию в дальнейшем разных патологий (Олейникова, 2011). Причем было отмечено, что при последовательном воздействии электромагнитным излучением в каждом последующем поколении

снижается резистентность насекомых. Это в свою очередь увеличивает количество морфозов (Шпак и др., 2017).

Однако не всегда удается выявить причину возникновения тератозов и связать их с антропогенной нагрузкой. Возможный источник появления морфологических аномалий иногда не определяется. Так, у *Trichodes leucopsideus* (Olivier, 1800) в сочетании с несимметричным окрасом надкрылий обнаружена брахэлитрия. Дистрофия члеников усиков выявлена у *Oedemera marmorata* (Erichson, 1841) и *Megopis sinica* (Ohbayashi, 1964). Расщепление правого усика на несколько выделено *Proctenius luteus* (Kuster, 1848), бинарная гетеродинамическая шистомелия на левой антенне *Acanthocinus griseus* (Fabricius, 1793) (Castro et al, 2014). Также описаны два варианта аномалий у долгоносиков (*Curculionidae*). К ним относятся частичное расщепление (схистомелия) левой голени у *Pissodes validirostris* (Gyllenhal, 1835) и неполное сращение (симфизоцерия) последних шести члеников усика *Minyops costalis* (Gyllenhal, 1835) (Назаренко, 2014). У медоносной пчелы выявлены два варианта оттенка глаз: светло-коричневые и коричневые (гранатовые) (Юмагужин и др., 2017).

Не только воздействие антропогенных источников может вести к появлению патологий. Абиотические факторы также влияют на формирование морфологических аномалий. Например, отмечено, что изменения температурного режима и влажности приводило к возникновению у реликтового усача *Callipogon relictus* (Semenov, 1899), таких аномалий как трематэлитрия и брахэлитрия (Куприн и др., 2019). Последняя разновидность патологии часто отмечалось в высокогорных районах, где значения атмосферного давления уменьшаются (Roff, 1990). При развитии пчел в условиях с повышенной или пониженной температурой уменьшается количество зацепок на задних крыльях насекомых. (Еськов и др., 2017). Кормовая база гусениц бабочек может влиять на особенности морфогенеза отдельных жилок, что отражается в аномальном жилковании у имаго (Солонкин, 2017). Морфологические аномалии, как правило, возникают в

результате действия какого-либо фактора и не передаются следующим поколениям. При лабораторном скрещивании самца усача с брахэлитрией с нормальной самкой были получены личинки, которые впоследствии превратились в имаго с нормальными крыльями (Куприн, 2019).

Морфологические аномалии жужелиц являются показателем для оценки состояния среды (Присный, 2009а). Большое их количество у насекомых на определенной территории может указывать в том числе и на влияние антропогенных воздействий (Присный, 2009а). На основе частоты появления морфологических аномалий разработана методика по оценке состояния окружающей среды. Модельным объектом являются представители семейства *Carabidae*. При этом учитывают аномалий из групп «общие аномалии» и «уродства» (Присный, 2009а).

Таким образом, как видно тератология насекомых мало изучена, а данные в литературе представлены в основном на констатирующем уровне. Причины возникновения большинства морфологических аномалий до сих пор остаются неизвестными.

Воздействие различных техногенных источников может оказывать влияние на морфометрические показатели насекомых. В зоне действия линий электропередач такие исследования не проводились. Однако в районах других техногенных загрязнителей такие данные имеются.

На морфометрические параметры насекомых может оказывать воздействие промышленная деятельность различных предприятий. Вблизи металлургического завода отмечены жужелицы с меньшими средними размерами, чем на контрольной территории. Причем такие отличия связаны с сокращением численности более крупных видов вблизи предприятия. Количество жужелиц средних и мелких размеров на этих территориях практически не отличалось (Бельская и др., 2017). По всей видимости уменьшение размеров вблизи предприятия связано с наличием в почве тяжелых металлов. Похожие результаты отмечены для жужелицы *Pterostichus oblongopunctatus* (Fabricius, 1787), на которой изучалась реакция

особей на загрязнения металлами. Отмечено уменьшение размеров метрического признака «длина надкрылий» при увеличении уровня загрязнения. Уменьшение размеров этого параметра говорит о негативном воздействии тяжелых металлов на развитие жужелиц, а также о возможной адаптации *P. oblongopunctatus* (Бутовский, 2001; Lagisz, 2008). В лабораторных условиях кормление *P. cupreus* куколками комнатных мух, в организме которых содержались кадмий и цинк, привело к уменьшению размеров надкрылий, голеней и бедер жужелиц. Сами тяжелые металлы не вызывают нестабильности развития у изученных жужелиц, по крайней мере, не в первом поколении (Maryanski et al, 2002). Известно, что насекомые способны накапливать в своем организме тяжелые металлы. С помощью вольтаампернометрического и спектрометрического методов анализа было отмечено наличие металлов в теле жужелиц и листоедов. Особи обеих систематических групп в большом количестве аккумулируют такие металлы как цинк, свинец, медь и кадмий. Причем содержание этих веществ в теле насекомых больше чем в почве, на которой они обитают (Атанасян и др., 2019). Похожие результаты о накоплении тяжелых металлов насекомыми отмечены и в других исследованиях (Skaldina et al, 2019; Tózsér et al, 2019). Использование пестицидов в сельском хозяйстве также приводит к уменьшению размеров тела *Carabidae* (Blake et al, 1994, 1996).

На морфометрическую структуру может оказывать влияние фактор урбанизации. Размеры метрических параметров жуков *P. cupreus*, обитающих в черте города и пригороде уменьшаются (Суходольская и др., 2017). Похожие результаты выделены для особей вида *Carabus nemoralis* (Müller, 1764) (Weller et al, 2004). При изучении четырех видов жужелиц (*Abax parallelepipedus* (Piller, 1783), *Carabus scheidleri* (Panzer, 1799), *Carabus violaceus* (Linnaeus, 1758) и *P. oblongopunctatus*) обнаружены статистические отличия между особями, обитающими в городских, пригородных и сельских условиях по длине надкрылий и голени, также верхнечелюстных и губных щупиков (Papp et al, 2020).

Исследования изменчивости морфометрических показателей *Pterostichus niger* (Schaller, 1783) показали уменьшение размеров жуков на территории парка (Саяхова и др., 2018). Схожие результаты получены для другого вида - *Pterostichus melanarius* (Illiger, 1798). Причем длина тела жуков в рекреационной зоне даже меньше, чем таковая в промышленном районе. Обратные результаты отмечены у *P. niger*, увеличение размеров которого наблюдаются по мере удаления от промышленной зоны и приближении к рекреационной (Суходольская и др., 2017). Разница в значениях морфометрических параметрах на изучаемых территориях может быть связана с видовым отличием. Так в пределах городской черты встречаются более мелкие представители семейства *Carabidae*. В пригороде и сельской местности чаще наблюдаются более крупные виды жужелиц. По всей видимости, более мелкие жуки лучше адаптируются в условиях города (Magura et al, 2006).

Исследование размерной структуры по градиенту урбанизации в Тульской области показало, что снижается обилие видов мелкого и крупного размеров. Снижение последних связано с трофическим фактором и фактором укрытий. Сокращение доли мелких видов объясняется их низкой конкурентоспособностью по сравнению с более крупными представителями *Carabidae* (Дорофеев, 1995, 2008; Грюнталь, 2003).

Помимо антропогенных источников на морфометрические показатели насекомых могут оказывать влияние другие факторы. Анализ размерных характеристик жужелиц изолированных и сплошных лесных участков показал статистические отличия средней длины тела. На территории сплошных лесных массивах отмечались более крупные виды, чем на изолированных участках (Jelaska et al, 2009). Значения морфометрических признаков *Carabidae* могут отличаться в зависимости от биотопа, в котором обитают жуки. Жужелицы вида *Carabus convexus* (Fabricius, 1775), обитающие на лугу имеют большие размерные характеристики, чем в лесу. К таким признакам относятся длина усиков, расстояние между усиками,

ширина головогруды и длина всех пар ножек (Канагина, 2015). Исследование морфометрических показателей жужелиц в районе низменностей показало, что жуки на этих территориях имеют более широкие тела по сравнению с особями с равнинных районов. Кроме того, такие отделы как бедро и вертлуг имеют тоже большие размеры (Ribera, 2001). Развитие шершней и пчел со стадии личинки за пределами температурного оптимума и при недостатке кислорода влияет на длину крыла (Еськов, 2008).

Таким образом, морфометрические характеристики жужелиц могут являться качественным показателем экологического состояния окружающей среды. С помощью анализа морфометрической структуры возможно проследить процесс адаптации *Carabidae* к изменяющимся условиям (Тимофеева, 2010).

ГЛАВА 2 УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Объекты и районы исследований

Тульская область расположена в центре Восточно-Европейской равнины, на северных склонах Среднерусской возвышенности, в междуречье Дона и Оки. Она находится между $54^{\circ} 50'$ и $52^{\circ} 51'$ северной широты и между $35^{\circ} 51'$ и $38^{\circ} 57'$ восточной долготы. С севера на юг область протянулась на 210 км и с запада на восток на 205 км. Среди всех регионов, расположенных на Среднерусской равнине область находится наиболее высоко над уровнем моря. Перепад высот от 105 до 293 метров над уровнем моря. Рельеф Тульской области характеризуется как долинно-овражно-балочный, так как самыми распространенными формами являются речные долины, водоразделы между ними и овраги (Горбунов, 2002).

Расположение области сказывается на умеренно континентальном климате региона. Так как Среднерусская возвышенность простирается меридионально, то западный ее склон, обращенный к Атлантическому океану, получает больше осадков, чем восточный. В связи с этим же и температурные показатели также будут несколько отличаться. Температура июля будет выше в юго-восточной части, а зима мягче в северо-западной. (Горбунов, 2002).

Почвенный покров Тульской области представлен 4 типами почв. На юге и юго-востоке региона оподзоленные и выщелоченные черноземы, которые являются доминирующими почвами. В северной части области, а также центральной и центрально-западной располагаются серые лесные почвы. Западная часть региона представлена дерново-подзолистыми почвами. Небольшой процент занимают аллювиальные пойменные почвы, располагающихся вдоль рек. Гумусовый слой на территории Тульской области достаточно велик, так как во всех вышеперечисленных типах почв

(за исключением аллювиальных), содержание гумуса более 2% (Бурова и др., 2003).

Тульская область находится в подзоне широколиственных лесов лесной зоны и в лесостепи, что определяет видовой состав растительности и характер ее распространения. На севере и северо-западе региона доминируют типичные представители флоры лесной зоны. Наиболее распространенными древесными растениями являются дуб черешчатый (*Quercus robur* (L.)), береза повислая (*Betula pendula* (Roth.)), осина обыкновенная (*Populus tremula* (L.)), липа сердцелистная (*Tilia cordata* (Mill)), ольха черная (*Alnus glutinosa* (L.)), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* (L.)). Среди кустарников часто встречаются лещина обыкновенная (*Corylus avellana* (L.)) и бересклет европейский (*Evonymus europaeus* (H.)). В широколиственных лесах наиболее распространены следующие травянистые растения: сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria* (L.)), звездчатка дубравная (*Stellaria nemorum* (L.)), зеленчук желтый (*Lamium galeobdolon* (L.)), будра плющевидная (*Glechoma hederacea* (L.)), медуница неясная (*Pulmonaria obscura* (Dumort.)), осока волосистая (*Carex pilosa* (Scop.)), лютик ползучий (*Ranunculus repens* (L.)), а также различные злаковые (*Gramineae*).

Для лесостепи характерно чередование массивов лиственных лесов, которые представлены в основном дубом черешчатым (*Quercus robur* (L.)), липой сердцелистной (*Tilia cordata* (Mill)) и ясенем обыкновенным (*Fraxinus excelsior* (L.)) с участками разнотравных степей. Видовой состав последних наиболее часто представлен такими растениями как мятлик луговой (*Poa pratensis* (L.)), костёр безостый (*Bromus inermis* (Leyss.)), овсяница луговая (*Festuca pratensis* (Hopk.)), донник лекарственный (*Melilotus officinalis* (L.)), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* (L.)), клевер луговой (*Trifolium pratense* (L.)), ястребинка обыкновенная (*Pilosella officinarum* (Vaill.)), лапчатка гусиная (*Potentilla anserina* (L.)) и др.

Тульская область является промышленным регионом и представлена главным образом предприятиями металлургии, машиностроения и

химической отрасли. На территории региона осуществляют деятельность такие крупные предприятия как АО «Тулачермет», ПАО «КМЗ», ПО Туламашзавод, АО «НПО «Сплав», ПАО «НПО «СТРЕЛА», АО «Щекиноазот», ФКП «Алексинский Химический комбинат» и др. Все они являются источниками загрязнения окружающей среды, а также нуждаются в значительном количестве электроэнергии необходимом для обеспечения своих производственных мощностей. Для передачи энергии используются воздушные высоковольтные линии электропередач. В Тульской области электросеть хорошо развита и представлена линиями как федерального, так и регионального назначения, в том числе и различного напряжения от 6 до 750 кВ. Основными и самыми высоконапряженными (750кВ) являются линии электропередач «Смоленской АЭС», одного из крупнейших топливно-энергетических предприятий России. Это федеральная сеть электропередач, проходящая через несколько регионов, включая Тульскую область. Данные ЛЭП простираются с юга-запада на северо-восток региона, обходя областной центр с северной стороны.

Помимо вышеназванной электросети на территории Тульской области располагаются множество ЛЭП регионального назначения. К ним относятся линий электропередач «Щекинской ГРЭС», «Первомайской ТЭЦ», «Новомосковской ГРЭС», «Алексинской ТЭЦ», «Ефремовской ТЭЦ», «Черепецкой ГРЭС», «ТЭЦ Тулачермет». Все они несут линии электропередач 220кВ. Кроме этого в регионе присутствуют множество подстанций, которые предназначены для приема, преобразования и распределения электроэнергии. Напряжение линии таких подстанций может колебаться от 6 до 110кВ в зависимости от их назначения и конечного потребителя.

Учитывая характеристики и расположение линий электропередач, а также фитоценоз на территории Тульской области нами были определены 6 модельных участков на территориях ЛЭП (Таблица 1, Рисунок 1). Это линии электропередач с напряжением 750кВ и с напряжением 220кВ. На каждом

модельном участке были выделены санитарно-защитные зоны в соответствии с параметрами ЛЭП, определенными в СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» (Приложение. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы..., 2023). Показания электрического и магнитного полей снимались с помощью измерителя напряженности поля промышленной частоты ПЗ-50. Напряжённость электрического поля согласно международной системе единиц (СИ) измерялась в вольтах на метр (В/м), магнитное поле – ампер на метр (А/м).

В качестве контрольных территорий были определены участки, которые находятся на значительном расстоянии от каких-либо источников антропогенного воздействия. Это сделано, чтобы исключить вероятность попадания насекомых в зону их действия.

Таблица 1 – Характеристика модельных участков

№ п/п	Модельный участок	Обозначение	Экосистема	Напряжение ЛЭП (кВ)	Расстояние до санитарно-защитной зоны от проекции крайнего провода (м)	Средняя напряженность электрического поля (В/м)	Средняя напряженность магнитного поля (А/м)
1	пос. Воскресенское	МУ 1	луг	750	40	2415 (735-3890)	2,03 (0,69-2,81)
2	с. Новое Павшино	МУ 2	луг	750	40	2389 (617-3850)	2,07 (0,61-2,92)
3	д. Севрюково	МУ 3	луг	750	40	2274 (622-3550)	2,45 (0,65-3,5)
4	д. Варваровка	МУ 4	луг	220	20	769 (197-1140)	0,53 (0,27-0,67)
5	д. Севрюково	МУ 5	лес	750	40	29,6 (23-35)	1,72 (0,98-2,1)
6	д. Деминка	МУ 6	лес	220	20	22,3 (18-27)	0,78 (0,31-1,05)
7	Контрольная территория 1	КТ 1	луг	-	-	-	-
8	Контрольная территория 2	КТ 2	лес	-	-	-	-

Примечание: МУ – модельные участки, КТ – контрольные территории



Рисунок 1 – Карта расположения модельных участков
 Красный цвет – модельные участки в районах линий электропередач;
 Зеленый цвет – контрольные территории.

Модельные участки 1, 2 (ЛЭП-750, суходольный луг).

Расположены на территории Дубенского района около пос. Воскресенское и вблизи с. Новое Павшино в 35 км и в 34 км от областного центра соответственно. Модельные участки располагаются на юго-западе региона на водоразделяющих равнинах и относятся к нормальным суходольным лугам. Диагностические виды: мятлик луговой (*Poa pratensis*), овсяница луговая (*Festuca pratensis*), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium*), клевер луговой (*Trifolium pratense*), лютик едкий (*Ranunculus acris*). Общее проективное покрытие (ОПП) травостоя колеблется от 75 до 100 %, высота – от 5 до 40 см. Средняя флористическая насыщенность – 42 вида на 100 м². Почвы на модельных участках – серые лесные.

Через данные территории проходят линии электропередач «Смоленской АЭС», напряжение которых 750кВ. Выделенные участки расположены вдали от промышленных предприятий, крупных автомагистралей, застроек и других факторов антропогенного характера.

Модельный участок 3 (ЛЭП-750, суходольный луг).

Расположен на территории Ленинского района, вблизи д. Севрюково в 20 км от областного центра. Территория относится к нормальным суходольным лугам. Диагностические виды: клевер луговой (*Trifolium pratense*), герань луговая (*Geranium pratense*), чина луговая (*Lathyrus pratensis*), василек луговой (*Centaurea jacea*). Общее проективное покрытие (ОПП) травостоя лежит в интервале от 70 до 90%, высота – от 5 до 35 см. Средняя флористическая насыщенность – 46 видов на 100 м². Почвы на модельном участке – серые лесные.

По характеристикам выделенных линий электропередач участок полностью совпадает с модельными участками 1 и 2.

Модельный участок 4 (ЛЭП-220, суходольный луг).

Территория располагается на окраине города Тула с южной стороны вблизи д. Варваровка. Как и предыдущие места исследования, участок находится на суходольном лугу. Диагностические виды: клевер луговой (*Trifolium pratense*), чина луговая (*Lathyrus pratensis*), василек луговой (*Centaurea jacea*), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium*). Помимо обычных представителей луговой флоры отмечается наличие некоторых видов рудеральной растительности, как бодяк полевой (*Cirsium arvense*) и одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale*). Общее проективное покрытие (ОПП) травостоя лежит в интервале от 65 до 85%, высота – от 5 до 35 см. Средняя флористическая насыщенность – 40 видов на 100 м². Почвы на модельном участке – серые лесные.

Через модельный участок проходят линии электропередач «Черепетской ГРЭС» с напряжением 220кВ. Участок также располагается вдали от каких-либо факторов антропогенного воздействия.

Модельный участок 5 (ЛЭП-750, широколиственный лес).

Расположен на территории Ленинского района, вблизи д. Севрюково в 18 км от областного центра. Модельный участок располагается в экосистеме

широколиственных лесов. Присутствуют древесные, кустарниковые и травянистые формы растений. Древесный ярус представлен наиболее типичными видами: дуб черешчатый (*Quercus robur*) и липа сердцелистная (*Tilia cordata*). Среди кустарников наибольшую фитоценотическую значимость имеют лещина обыкновенная (*Corylus avellana*) и бересклет европейский (*Evonymus europaeus*). Среди травянистой растительности наиболее распространены сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria*), осока волосистая (*Carex pilosa*) и пролесник многолетний (*Mercurialis perennis*). Сомкнутость древостоя значительна и достигает 75-85%. Травостой чрезвычайно мозаичный, а его общее проективное покрытие (ОПП) сильно колеблется – от 20 до 80%. Средняя флористическая насыщенность – 10 видов на 100 м². Почвы на модельном участке – серые лесные.

Через модельный участок проходят линии электропередач «Смоленской АЭС», напряжение которых 750кВ. Участок расположен вдали от промышленных предприятий, крупных автомагистралей, застроек и других факторов антропогенного характера.

Модельный участок 6 (ЛЭП-220, широколиственный лес).

Расположен в Щекинском районе, вблизи д. Деминка в 14 км от областного центра с южной стороны. Выделенный участок располагается в широколиственном лесу. По видовому составу растительности схож с модельным участком 5.

Среди древесных форм преобладают дуб черешчатый (*Quercus robur*) и липа сердцелистная (*Tilia cordata*), среди кустарников – лещина обыкновенная (*Corylus avellana*) и бересклет европейский (*Evonymus europaeus*). Наиболее распространенной травянистой растительностью являются сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria*), осока волосистая (*Carex pilosa*) и пролесник многолетний (*Mercurialis perennis*). Сомкнутость древостоя значительна и достигает 75-85%. Травостой мозаичный, общее проективное покрытие (ОПП) лежит в интервале – от 50 до 85%. Средняя

флористическая насыщенность – 13 видов на 100 м². Почвы на модельном участке – серые лесные.

Модельный участок пересекают линии электропередач «Щекинской ГРЭС» с напряжением 220кВ. Исследуемая территория также как и остальные находится вдали от каких-либо источников антропогенного воздействия.

Контрольная территория 1 (суходольный луг)

В качестве контрольной группы для луговых экосистем был определен участок на суходольном лугу, схожим по видовому составу растительности с модельными участками. Диагностические виды: мятлик луговой (*Poa pratensis*), овсяница луговая (*Festuca pratensis*), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium*), клевер луговой (*Trifolium pratense*), лютик едкий (*Ranunculus acris*). Общее проективное покрытие (ОПП) травостоя колеблется от 75 до 100 %, высота – от 5 до 40 см. Средняя флористическая насыщенность – 41 вид на 100 м². Почвы на модельных участках – серые лесные.

Территория располагается в Дубенском районе в 35 км от Тулы и в 5,5 км от ближайшего крупного поселка Воскресенское. Расстояние от ближайших линий электропередач составляет 3,3 км. Контрольная территория удалена от автодороги на 3 км, от железной дороги на 4,2 км. Промышленные предприятия и другие крупные производства в Дубенском районе, где располагается контрольная территория, отсутствуют. Все вышесказанное дает возможность исключить вероятность попадания насекомых в зону действия каких-либо антропогенных/техногенных факторов.

Контрольная территория 2 (широколиственный лес)

В качестве контрольной группы для лесных экосистем по аналогии с луговыми выделена территория, расположенная в дубово-липовом лесу со схожей растительностью, что и на модельных участках. Древесный ярус представлен дубом черешчатым (*Quercus robur*) и липой сердцелистной

(*Tilia cordata*). Среди кустарников наибольшую фитоценотическую значимость имеют лещина обыкновенная (*Corylus avellana*) и бересклет европейский (*Evonymus europaeus*). Среди травянистой растительности наиболее распространены сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria*), осока волосистая (*Carex pilosa*) и пролесник многолетний (*Mercurialis perennis*). Сомкнутость древостоя значительна и достигает 75-85%. Травостой чрезвычайно мозаичный, общее проективное покрытие (ОПП) сильно колеблется – от 10 до 90%. Средняя флористическая насыщенность – 10 видов на 100 м². Почвы на модельном участке – серые лесные.

Контрольная территория находится в 13 км от областного центра и в 3 км от ближайшего крупного населенного пункта (село Архангельское). Расстояние контрольного участка от автомобильной дороги составляет 3 км, от железной дороги 2,5 км. Какие-либо промышленные предприятия отсутствуют. Все антропогенные/техногенные факторы находятся на значительном удалении от контрольной территории, что также дает возможность исключить вероятность попадания насекомых в зону их воздействия.

2.2 Методы исследований

Исследование энтомокомплекса проводилось в вегетационные периоды с мая по сентябрь 2014-2021 гг.

В ходе изучения видового состава насекомых использовались следующие методы отбора:

1. Отлов насекомых стандартным энтомологическими сачками (воздушным сачком и сачком для кошения) каждые 7-10 дней;
2. Ловушки Мерике, представляющие собой пластмассовые чашки желтого цвета высотой 8 см и диаметром 14 см. Устанавливались такие ловушки на высоту 1 м на деревянную опору и на ветки деревьев и снимались каждые 10 дней. В качестве фиксирующей жидкости

использовался 4%-ый раствор формалина. Данная методика использовалась для отлова насекомых отрядов *Hymenoptera* и *Diptera*. Одновременно функционировало 120 ловушек Мерике (15 на каждом модельном участке). Таким образом, в течение сезона снималось 2160 ловушек.

3. Почвенные ловушки Барбера, в качестве которых использовались стеклянные емкости объемом 0,5 л, вкопанные вровень с поверхностью почвы и заполненные на треть 4%-ным раствором формалина. Ловушки устанавливались в линию по 10 штук через 2,5 м и снимались каждые 10 суток. Данная методика использована для сбора почвенных насекомых, в частности таких, как семейство *Carabidae* и *Staphylinidae*. Одновременно функционировало 300 ловушек (30 на каждом участке) с мая по сентябрь. В течение сезона снималось 4320 ловушек Барбера.

4. Ручной сбор насекомых с деревьев, кустарников, травяной растительности и с поверхности почвы.

Собранный материал подвергался камеральной обработке. Определение насекомых проводилось с использованием в основном "определителя насекомых европейской части СССР" под общей редакцией Г.Я. Бей-Биенко, а также определителей Г. Н. Горностаева, Б. М. Мамаева, Н. Н. Плавильщикова, С. П. Тарбинского, Э. И. Хотько и Koch (Плавильщиков, 1940; Тарбинский, 1948; Бей-Биенко, 1964, 1965, 1978; Мамаев, 1976; Хотько, 1978; Koch, 1984; Горностаев, 1999).

За указанный период проведения работ нами было собрано и определено 15430 экземпляров насекомых, в том числе 6168 жуков. Все использованные методы дают репрезентативный материал, пригодный для статистической обработки.

При анализе первичного материала нами использовались различные группы индексов, направленные на оценку биоразнообразия энтомокомплекса и его различных характеристик.

Сходство и различие биоразнообразия насекомых в районах линий электропередач и на контрольных территориях оценивалось с помощью **индекса β -разнообразия Ратледжа** по формуле (1):

$$\beta_R = S^2 / 2r + S - 1, \quad (1)$$

где:

S – общее число видов во всех выборках;

r – число пар видов с перекрывающимся распределением.

Биоразнообразие жужелиц определялось с помощью **индекса α -разнообразия Шеннона** по формуле (2):

$$H' = - \sum p_i \cdot \ln \cdot p_i, \quad (2)$$

где:

$p_i = n_i / N$ – доля i -ого вида в биотопе;

n_i – численность i -ого вида (экземпляры);

N – общая численность;

\ln – натуральный логарифм.

На основе индекса Шеннона был вычислен **показатель выравниваемости Пиелу** (отношение наблюдаемого разнообразия к максимальному) по формуле (3):

$$E = H' / \ln \cdot S, \quad (3)$$

где:

H' – индекс Шеннона;

\ln – натуральный логарифм;

S – общее число видов.

Структура доминирования жужелиц оценивалось через **индекс Симпсона** по формуле (4):

$$D = \sum n_i \cdot (n_i - 1) / (N \cdot (N - 1)), \quad (4)$$

где:

n_i – число особей i -ого вида;

N – общее число видов.

Коэффициент вариации определялся через среднее квадратичное отклонение по формуле (5):

$$C_v = S_x \cdot 100\% / x_{cp}, \quad (5)$$

где:

$$S_x = \sqrt{\sum (x_i - x_{cp})^2 \cdot (n - 1)}$$

C_v – коэффициент вариации;

S_x – среднее квадратичное отклонение;

x_i – значение варианта;

x_{cp} – среднее значение варианты;

n – количество варианта.

Ошибка выборки (ошибка средней) и статистическая ее достоверность определялась по формуле (6):

$$M = \sigma / \sqrt{n}, \quad (6)$$

где:

σ – среднее квадратическое отклонение;

n – численность выборки.

Для анализа биологических данных в ходе работы нами использовались математические методы. Статистическая обработка данных проводилась в программе Statistica 10.0.

Кластерный анализ – статистический метод, задача которого выявить естественный, объективно существующий порядок, присутствующего в выборке (Лакин, 1990). Метод распознавания образов выполняет сбор данных и упорядочивает объекты в относительно однородные группы. Объекты с отличающимися показателями разносятся в различные классы (кластеры). Расстояния между кластерами измеряются по шкале ED (евклидово расстояние). Евклидово расстояние наиболее общий и употребимый тип расстояния, который вычисляется по исходным данным (Дюран, 1977).

Кластерный анализ предполагает выделение компактных, удаленных друг от друга групп объектов, отыскивает «естественное» разбиение совокупности на области скопления объектов (Кузнецов, 2006). Решением кластерного анализа является разделение, удовлетворяющее некоторому условию оптимальности. Результатом кластерного анализа является построение вертикальной или горизонтальной дендограммы, представляющей собой графическое изображение процесса последовательной кластеризации.

Дисперсионный анализ – статистический метод оценки сравнения одной выборки с другой. Суть метода заключается в комплексной оценке сравниваемых средних значений. Дисперсионный анализ основан на разложении общей дисперсии статистического комплекса на составляющие ее компоненты (отсюда и название метода), в результате сравнения которых друг с другом можно определить какую долю общей вариации результативного признака обуславливает действия категориальных предикторов (Лакин, 1990). Иными словами, основной целью дисперсионного анализа является исследование значимости различия между средними в разных выборках. В зависимости от количества предикторов действующих на результативный признак дисперсионный анализ делится на одно-, двух-, трех- и многофакторный.

Нами был использован однофакторный дисперсионный анализ, основная идея которого заключается в оценке влияния одной единственной независимой переменной на одну зависимую. Суть метода заключается в том, что общая изменчивость раскладывается на два комплекса: межгрупповой (факторный), обусловленный различием групп, и внутригрупповой (ошибка), обусловленный случайными причинами. Чем больше частное от деления межгрупповой и внутригрупповой изменчивости (F-отношение), тем выше статистическая значимость этого различия. Обязательным условием для выполнения дисперсионного анализа является наличие однородной выборки. Необходимо установить, что исследуемые объекты являются частью одного распределения. После определения гомогенности дисперсий вычисляется критерий Фишера и его уровень значимости, с помощью которых определяется имеется ли зависимость исследуемой переменной от категориального предиктора. Впоследствии возможно проведение парных сравнений внутри однородных выборок для выявления, какие именно средние различаются. Парные множественные сравнения проверяют разности между каждой парой средних значений и выдают матрицу, результаты которой указывают на конкретные статистические отличия дисперсий.

Морфометрическую структуру микропопуляций *P. cupreus* и *S. granulatus* исследовали путем индивидуального обмера семи морфологических признаков: длина надкрылий – расстояние по шву от середины бортика до вершины надкрылий (1), ширина левого надкрылья, ширина правого надкрылья – расстояние между плечевыми углами надкрылий (2, 3), длина переднеспинки – расстояние по средней линии от основания до вершины (4), ширина переднеспинки – ширина основания (5), длина головы – расстояние от шеи до верхней губы (6), расстояние между глазами (7). Общую длину тела вычисляли путем суммирования мерных признаков 1, 4 и 6 (Рисунок 2). Измерения морфометрических параметров проводились при помощи бинокулярного микроскопа МБС-9 с

микрометрической шкалой в окуляре (цена деления 0,1 мм) по общепринятой методике (Гринько, 2002; Тимофеева, 2010; Суходольская и др., 2018, 2020).

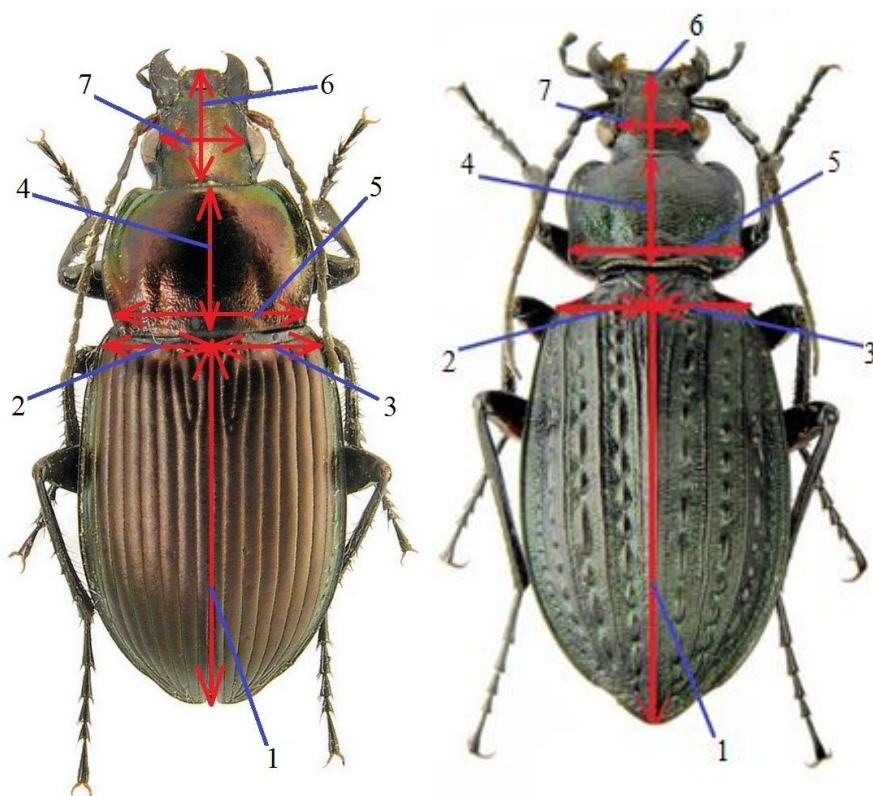


Рисунок 2 – Морфологические признаки *P. cupreus* и *C. granulatus*.

1 – длина надкрылий; 2 – ширина левого надкрылья в основании; 3 – ширина правого надкрылья в основании; 4 – длина переднеспинки; 5 – ширина переднеспинки в основании; 6 – длина головы; 7 – расстояние между глазами.

Для идентификации **морфологических аномалий** использована классификация Присного Ю. А. (Присный, 2009а). Для оценки качества среды в зоне действия линий электропередач и на контрольных территориях на основе частот появления тератозов применена оценочная шкала того же автора (Присный, 2009а).

ГЛАВА 3 НАСЕКОМЫЕ В РАЙОНАХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

3.1 Видовой состав насекомых в районах линий электропередач

В результате исследования энтомокомплекса в зоне действия высоковольтных линий электропередач и на контрольных территориях обнаружено 421 вид насекомых, относящихся к 9 отрядам и 102 семействам (Дубинин, 2015; Короткова, Дубинин, 2016г, 2018б, 2019б, 2020а, 2020г, 2022а; Мамонтов, Дубинин, 2022). Соотношение систематических групп представлено в таблице 2 и на рисунке 3.

Таблица 2 – Соотношение систематических групп насекомых на модельных участках и на контрольных территориях

№ п/п	Систематическая группа	Количество видов	
		Абсолютное	Относительное, %
1	2	3	4
	NEUROPTERA	2	0,47
1.	<i>Chrysopidae</i>	2	0,47
	ORTHOPTERA	10	2,39
2.	<i>Tettigonioidea</i>	4	0,96
3.	<i>Gryllotalpidae</i>	1	0,24
4.	<i>Tetrigidae</i>	1	0,24
5.	<i>Acrididae</i>	4	0,96
	НОМОПТЕРА	4	0,96
6.	<i>Membracidae</i>	1	0,24
7.	<i>Cicadellidae</i>	1	0,24
8.	<i>Cercopidae</i>	1	0,24
9.	<i>Aphrophoridae</i>	1	0,24
	HEMIPTERA	27	6,40
10.	<i>Saldidae</i>	1	0,24
11.	<i>Nabidae</i>	2	0,47
12.	<i>Miridae</i>	6	1,42
13.	<i>Tingitidae</i>	1	0,24
14.	<i>Berytidae</i>	2	0,47
15.	<i>Lygaeidae</i>	6	1,42
16.	<i>Pyrrhocoridae</i>	1	0,24
17.	<i>Coreidae</i>	2	0,47
18.	<i>Rhopalidae</i>	1	0,24
19.	<i>Stenocephalidae</i>	1	0,24
20.	<i>Scutelleridae</i>	1	0,24
21.	<i>Pentatomidae</i>	3	0,71

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
	COLEOPTERA	271	64,37
22.	<i>Carabidae</i>	63	14,96
23.	<i>Hydrophilidae</i>	1	0,24
24.	<i>Histeridae</i>	3	0,71
25.	<i>Colonidae</i>	1	0,24
26.	<i>Leiodidae</i>	2	0,47
27.	<i>Cholevidae</i>	1	0,24
28.	<i>Silphidae</i>	10	2,39
29.	<i>Staphylinidae</i>	25	5,94
30.	<i>Trogidae</i>	1	0,24
31.	<i>Scarabaeidae</i>	11	2,61
32.	<i>Eucinetidae</i>	1	0,24
33.	<i>Byrrhidae</i>	4	0,96
34.	<i>Limnichidae</i>	1	0,24
35.	<i>Elateridae</i>	11	2,61
36.	<i>Throscidae</i>	1	0,24
37.	<i>Cantharidae</i>	6	1,42
38.	<i>Dermestidae</i>	2	0,47
39.	<i>Dasytidae</i>	1	0,24
40.	<i>Malachiidae</i>	2	0,47
41.	<i>Meloidae</i>	2	0,47
42.	<i>Nitidulidae</i>	8	1,90
43.	<i>Erotylidae</i>	1	0,24
44.	<i>Byturidae</i>	2	0,47
45.	<i>Phalacridae</i>	2	0,47
46.	<i>Sphindidae</i>	1	0,24
47.	<i>Corylophidae</i>	1	0,24
48.	<i>Coccinellidae</i>	5	1,19
49.	<i>Latridiidae</i>	4	0,96
50.	<i>Mycetophagidae</i>	1	0,24
51.	<i>Ciidae</i>	3	0,71
52.	<i>Mordellidae</i>	4	0,96
53.	<i>Oedemeridae</i>	2	0,47
54.	<i>Pyrochroidae</i>	2	0,47
55.	<i>Salpingidae</i>	1	0,24
56.	<i>Tenebrionidae</i>	2	0,47
57.	<i>Cerambycidae</i>	7	1,66
58.	<i>Orsodacnidae</i>	1	0,24
59.	<i>Chrysomelidae</i>	27	6,41
60.	<i>Anthribidae</i>	1	0,24
61.	<i>Attelabidae</i>	1	0,24
62.	<i>Apionidae</i>	3	0,71
63.	<i>Dryophthoridae</i>	1	0,24
64.	<i>Eriirhinidae</i>	1	0,24
65.	<i>Curculionidae</i>	40	9,50
66.	<i>Scolytidae</i>	1	0,24
	MECOPTERA	1	0,24
67.	<i>Panorpidae</i>	1	0,24

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
	LEPIDOPTERA	46	10,92
68.	<i>Tortricidae</i>	6	1,42
69.	<i>Pterophoridae</i>	1	0,24
70.	<i>Pyralidae</i>	2	0,47
71.	<i>Sphingidae</i>	1	0,24
72.	<i>Notodontidae</i>	1	0,24
73.	<i>Geometridae</i>	9	2,13
74.	<i>Noctuidae</i>	9	2,13
75.	<i>Erebidae</i>	4	0,96
76.	<i>Pieridae</i>	2	0,47
77.	<i>Nymphalidae</i>	9	2,13
78.	<i>Lycaenidae</i>	2	0,47
	HYMENOPTERA	36	8,55
79.	<i>Tenthredinidae</i>	5	1,19
80.	<i>Ichneumonidae</i>	3	0,71
81.	<i>Braconidae</i>	1	0,24
82.	<i>Chrysididae</i>	1	0,24
83.	<i>Pompilidae</i>	2	0,47
84.	<i>Vespidae</i>	3	0,71
85.	<i>Formicidae</i>	4	0,96
86.	<i>Sphecidae</i>	2	0,47
87.	<i>Halictidae</i>	1	0,24
88.	<i>Apidae</i>	14	3,32
	DIPTERA	24	5,70
89.	<i>Tipulidae</i>	2	0,47
90.	<i>Asilidae</i>	1	0,24
91.	<i>Empididae</i>	1	0,24
92.	<i>Syrphidae</i>	6	1,42
93.	<i>Lauxaniidae</i>	1	0,24
94.	<i>Heleomyzidae</i>	1	0,24
95.	<i>Tephritidae</i>	1	0,24
96.	<i>Anthomyidae</i>	2	0,47
97.	<i>Muscidae</i>	1	0,24
98.	<i>Calliphoridae</i>	3	0,71
99.	<i>Sarcophagidae</i>	1	0,24
100.	<i>Tachinidae</i>	1	0,24
101.	<i>Rhagionidae</i>	1	0,24
102.	<i>Tabanidae</i>	2	0,47
	ИТОГО	421	100%

Наибольшим видовым обилием отличается отряд *Coleoptera*, который представлен 271 видами (64,37%), относящихся к 45 семействам. Среди жесткокрылых самым многочисленным является семейство *Carabidae*, в составе которого отмечено 63 вида (23,25%). Достаточно разнообразно

семейство *Curculionidae* – 40 вид (14,76%). Большое видовое обилие в районах линий электропередач и на контрольных территориях отмечено для семейств *Chrysomelidae* (27 видов, 9,96%) и *Staphylinidae* (25 видов, 9,22 %). Семейства *Scarabaeidae* и *Elateridae* включают в себя по 11 видов (4,06%) насекомых. В составе *Silphidae* представлено 10 видов (3,69%) жесткокрылых, *Nitidulidae* – 8 (2,95%). Чуть менее разнообразно семейство *Cerambycidae* – 7 видов (2,58%), *Cantharidae* – 6 (2,21%). Остальные семейства представлены не более 5 видами, причем 18 из них только 1 видом (0,39%).

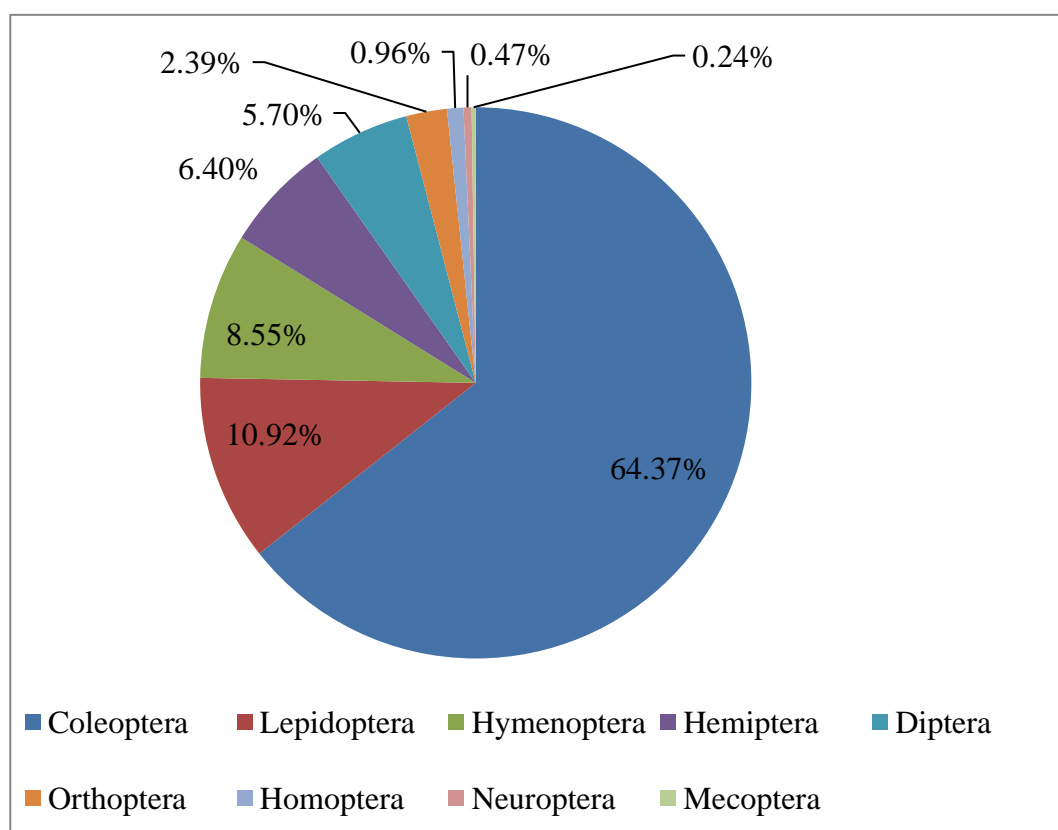


Рисунок 3 – Соотношение видового обилия отрядов насекомых на модельных участках и контрольных территориях г. Тула и Тульской области

В составе отряда *Lepidoptera* отмечено 46 (10,92%) видов насекомых, принадлежащих к 11 семействам. Среди чешуекрылых наиболее многочисленными являются семейства *Geometridae*, *Noctuidae*, *Nymphalidae* в которых выделено по 9 видов (19,57%). Семейство *Tortricidae* включает в

себя 6 видов (13,04%) бабочек. В составе семейства *Erebidae* насчитывается 4 вида (8,69%) чешуекрылых. Остальные семейства представлены не более 2 видами (4,35%), а *Pterophoridae*, *Sphingidae*, и *Notodontidae* только 1 видом (2,17%).

Отряд *Hymenoptera* насчитывает 36 видов насекомых (8,55% видового обилия). Из 10 семейств по видовому разнообразию доминируют *Apidae*, в составе которого отмечено 14 видов (38,89%). Семейство *Tenthredinidae* представлено 5 видами (13,89%). Несколько меньше видового обилия в составе *Formicidae* (4 вида, 11,11%), *Ichneumonidae* (3 вида, 8,34%) и *Vespidae* (3 вида, 8,34%). В состав остальных семейств включено не более 2 видов (5,55%). Семейства *Braconidae*, *Chrysididae*, *Halictidae*, *Eumenidae* представлены 1 видом (2,78%).

На долю отряда *Hemiptera* приходится 27 видов насекомых, относящихся к 12 семействам, что составляет 6,40% от общего видового обилия. Большинство полужесткокрылых принадлежат семействам *Miridae* и *Lygaeidae* (по 6 видов, 22,22%). Семейство *Pentatomidae* представлено 3 видами (11,11%). В составе остальных семейств отмечено не более 2 представителей отряда *Hemiptera*, причем 6 семейств - *Tingitidae*, *Saldidae*, *Pyrrhocoridae*, *Rhopalidae*, *Stenocephalidae*, *Scutelleridae* содержит по 1 виду (3,70%).

К отряду *Diptera* относится 24 вида (5,70%) насекомых из 14 семейств. Среди двукрылых преобладает семейство *Syrphidae*, в составе которого насчитывается 6 видов (25,00%). Семейство *Calliphoridae* представлено 3 видами (12,50%) насекомых. Остальные семейства немногочисленны (не более 2 видов (8,33%)). Видовое обилие отряда *Orthoptera* невелико. Прямокрылые представлены 10 видами (2,39 %) насекомых, относящихся к 4 семействам. В составе *Tettigoniidae* и *Acrididae* отмечено по 4 вида (40,00%). Семейства *Gryllotalpidae* и *Tetrigidae* представлены 1 видом (10,00%).

Кроме того в районах линий электропередач и на контрольных территориях были отмечены представители отряда *Homoptera*, в состав

которого входят 4 вида (0,96%) из 4 разных семейств (*Cercopidae*, *Aphrophoridae*, *Cicadellidae* и *Membracidae*). Отряд *Neuroptera* представлен 2 видами (0,47%) из семейства *Chrysopidae*. В составе отряда *Mecoptera* выделен 1 представитель (0,24%) семейства *Panorpidae*.

В целом видовой состав и соотношение систематических групп насекомых на исследуемых территориях более или менее точно соответствует таковым в известных экосистемах Тульской области (Дорофеев, 1995; Бутовский, 2001; Чарина, 2002; Короткова, 2004; Борисенко, 2005; Киселев, 2005; Огороков, 2005). Сравнение видового состава в различные вегетационные периоды исследования показало отсутствие значимых различий, что обусловлено достаточно длительным существованием экосистем и их стабильностью. Особенности же видового состава насекомых вблизи отличных между собой по физическим параметрам линий электропередач, а также на контрольных территориях требуют отдельного рассмотрения.

3.2 Видовой состав насекомых отдельных мест исследований

Исследуемые территории отличаются в первую очередь физическими параметрами отдельной, конкретной ЛЭП, а именно показателями электрического и магнитного полей. Кроме того разные участки располагаются в разных экосистемах: суходольных лугах и широколиственных лесах.

Модельный участок 1 (ЛЭП-750, суходольный луг). В результате исследования в зонах влияния линий электропередач вблизи пос. Воскресенское нами выявлено 152 видов насекомых, что составляет 36,10% от общего видового обилия. Они относятся к 60 семейству и 8 отрядам.

Таким образом, в данном месте исследования встречаются более половины семейств (58,82%) и практически все отряды, отмеченные в ходе

исследования. Наиболее многочислен отряд *Coleoptera* (Рисунок 4), который представлен 91 видом (59,87%), относящимся к 21 семейству. Причем чуть более четверти жуков – представители семейства *Carabidae* – 28 видов (30,77%). Также довольно многочисленно семейство *Staphylinidae* (13 видов, 14,29%). В составе *Curculionidae* и *Scarabaeidae* отмечено по 8 видов (8,79%) насекомых. Остальные семейства включают в себя не более 4 видов (4,40%).

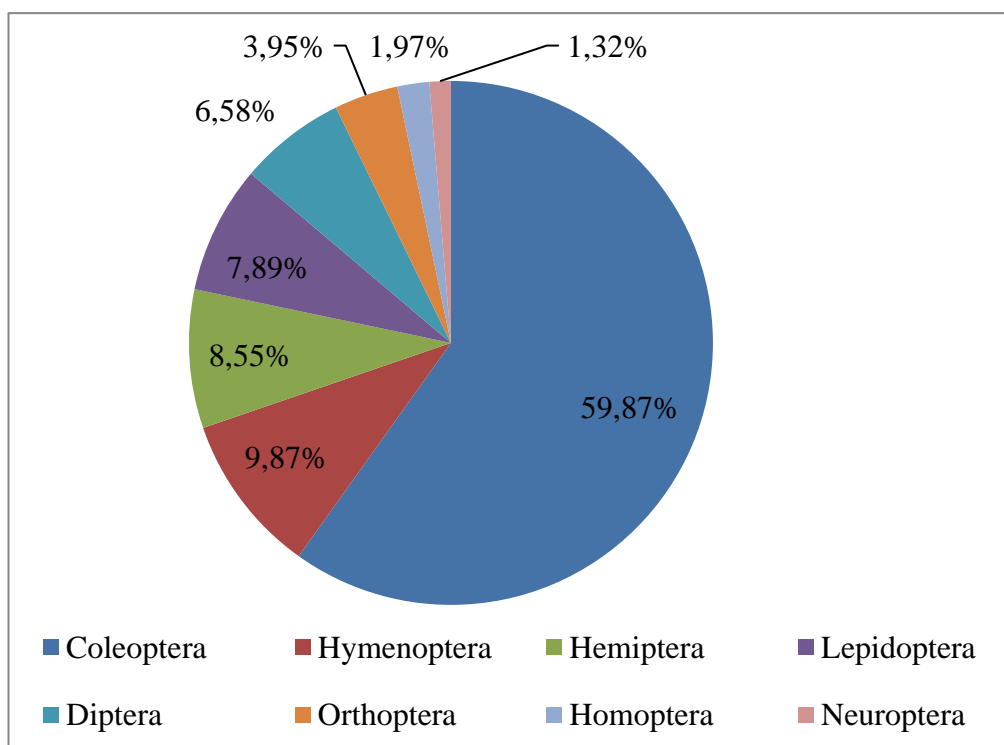


Рисунок 4 – Соотношение видового обилия отрядов насекомых в районе линий электропередач на территории модельного участка 1

В составе *Hymenoptera* отмечено 15 видов (9,87%), которые относятся к 8 семействам. Наиболее многочисленным семейством среди перепончатокрылых является *Apidae*, в составе которого насчитывается 6 видов (40,00%). Семейств *Tenthredinidae* включает 2 вида (13,33%). Остальные 6 семейств представлены 1 единственным видом (6,67%). Видовой состав *Hemiptera* на территории модельного участка 1 представлен 13 видами (8,55%) из 9 семейств. В составе семейства *Miridae* отмечено 4 вида (30,77%) клопов, в *Pentatomidae* и *Vespidae* – 2 (15,38%). Остальные семейства представлены 1 видом (7,69%).

Отряд *Lepidoptera* представлен 12 видами (7,89%), относящихся к 6 семействам. Большая часть (5 видов, 41,66%) представители семейства *Nymphalidae*. Семейство *Noctuidae* представлено 2 видами (16,67%). Остальные семейства включают в себя 1 представителя (8,33%). В составе отряда *Diptera* насчитывает 10 видов (6,58%, 9 семейств) насекомых. Семейства *Syrphidae* и *Anthomyidae* представлены 2 видами (20,00%). Семейства *Tabanidae*, *Asilidae*, *Empididae*, *Muscidae*, *Calliphoridae*, *Sarcophagidae*, *Tachinidae* включают в себя по 1 представителю (10,00%).

На территории МУ 1 отмечено 6 видов *Orthoptera* (3,95%, 3 семейства). В составе семейства *Tettigonioidea* выделено 3 вида прямокрылых (50,00%), в *Acrididae* – 2 (33,33), а в *Tetrigidae* – 1 (16,67%). Тремя видами (1,97%) из трех разных семейств представлен отряд *Homoptera*. Также на территории модельного участка 1 отмечено 2 вида (1,31%) *Neuroptera* из семейства *Chrysopidae*.

Модельный участок 2 (ЛЭП-750, суходольный луг).

Территория модельного участка 2, расположенного вблизи с. Новое Павшино схожа с предыдущим местом исследования по напряженности ЛЭП, их физическим параметрам, а также флористическому составу. В результате нами выявлено 156 видов насекомых, что составляет 37,05% от общего видового обилия. Они относятся к 50 семействам и 8 отрядам. Таким образом, в данном месте исследования видовое обилие хоть и незначительно, но все же несколько больше, чем на территории модельного участка 1.

Наиболее многочислен отряд *Coleoptera*, который представлен 93 видами (59,62%), относящимся к 18 семействам (Рисунок 5). Большая часть насекомых относится к семейству *Carabidae* – 36 видов (38,71%). Также довольно многочисленны *Curculionidae* (17 видов, 18,28%) и *Staphylinidae* (13 видов, 13,98%). Эти три систематические группы составляют более половины видового обилия жесткокрылых. Кроме них отметим семейство *Chrysomelidae* – 7 видов (7,53%). Остальные семейства включают в себя не более 5 видов (5,38%).

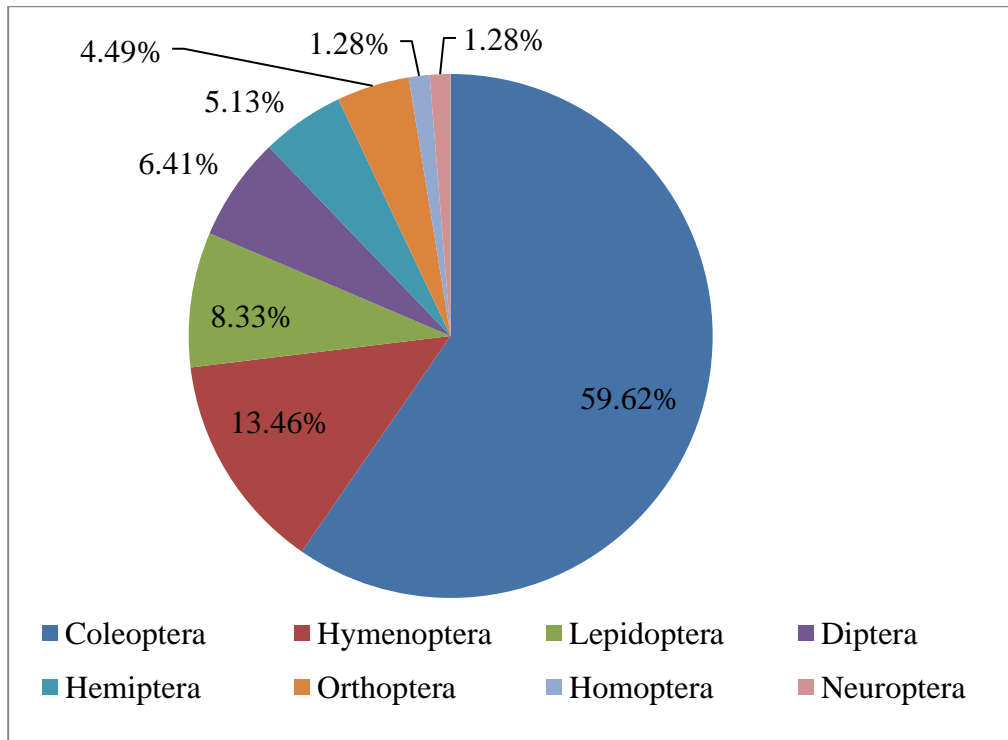


Рисунок 5 – Соотношение видового обилия отрядов насекомых в районе линий электропередач на территории модельного участка 2

Вторым по биоразнообразию отрядом на территории модельного участка 2 является *Hymenoptera*, в состав которого включен 21 вид (13,46%) из 8 семейств. Большая часть из них принадлежит представителям *Apidae* – 8 видов (38,09%). В составе *Tenthredinidae* выделено 4 вида (19,05%) перепончатокрылых. Семейства *Ichneumonidae*, *Vespidae* и *Formicidae* насчитывают по 2 вида (9,52%) данного отряда. Остальные семейства представлены 1 видом (4,76%). Отряд *Lepidoptera* представлены 13 видами (8,33%), относящимся к 6 семействам. *Nymphalidae* включает 4 вида (30,77%) чешуекрылых. В состав семейств *Noctuidae*, *Arctiidae*, *Tortricidae* и *Geometridae* входит 2 вида (15,38%). Кроме того 1 представитель (7,69%) данного отряда отмечен в семействе *Lycaenidae*.

Чуть меньше видов в составе отряда *Diptera* – 10 (6,41%, 7 семейств). В состав *Syrphidae* включено 3 вида (30,00%) двукрылых, в *Anthomyidae* – 2 (20,00%). Остальные же семейства (*Tephritidae*, *Lauxaniidae*, *Muscidae*, *Calliphoridae* и *Sarcophagidae*) представлены 1 единственным видом (10,00%). Видовой состав полужесткокрылых на территории модельного

участка 2 представлен 8 видами (5,13%) из 4 семейств. *Miridae* и *Lygaeidae* включают в себя по 3 вида (37,50%) насекомых. Кроме того в семействах *Coreidae* и *Pentatomidae* отмечено по 1 представителю (12,50%) данного отряда.

На территории МУ 2 отмечено 7 видов (4,49%, 3 семейства) *Orthoptera*. Семейства *Acrididae* и *Tettigoniidae* насчитывают по 3 вида (37,5%), также 1 представитель (12,5%) выделен в семействе *Tetrigidae*. Двумя видами (1,28%) из двух разных семейств (*Aphrophoridae*, *Cicadellidae*) представлен отряд *Homoptera*. Также на территории модельного участка 2 отмечено 2 вида (1,28%) *Neuroptera* из семейства *Chrysopidae*.

Видовой состав насекомых и соотношение видового обилия семейств на территории модельного участка 2 в целом схожи с модельным участком 1 и повторяет его видовую структуру. Это объясняется похожими экологическими характеристиками обоих мест исследования, а также сходными физическими показателями ЭП и МП линий электропередач.

Модельный участок 3 (ЛЭП-750, суходольный луг).

Территория модельного участка 3 вблизи д. Севрюково располагается в центральной части области в отличие от МУ 1 и МУ 2, которые находятся на юго-западе региона. В связи с этим видовой состав растительности на МУ 3 в большей степени представлен типичными луговыми видами, а не остепненными, как на территориях МУ 1 и МУ 2. По характеристикам выделенных линий электропередач участок полностью совпадает с модельными участками 1 и 2.

В результате исследования в зонах влияния линий электропередач на модельном участке 3 нами выявлено 164 видов насекомых, что составляет 38,95% от общего видового обилия. Они относятся к 44 семействам и 8 отрядам.

Наиболее многочислен отряд *Coleoptera*, который представлен 114 видами (69,51%), относящимся к 24 семействам (Рисунок 6). Четвертая часть всего разнообразия жесткокрылых – представители семейства *Carabidae* – 30

видов (26,31%). Также довольно многочисленны *Curculionidae* (19 видов, 16,66%) и *Chrysomelidae* – 14 видов (12,28%). Кроме них отметим семейства *Staphylinidae* (9 видов, 7,89%) и *Silphidae* (7 видов, 6,14%). Остальные семейства менее многочисленны и включают в себя не более 5 видов (4,38%).

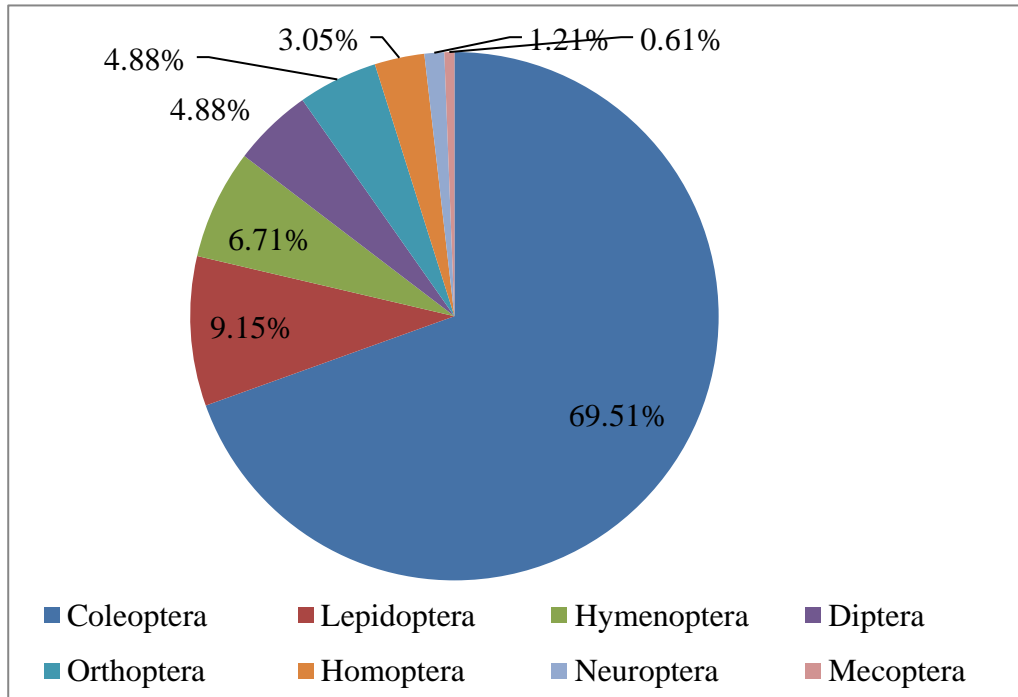


Рисунок 6 – Соотношение видового обилия отрядов насекомых в районе линий электропередач на территории модельного участка 3

Вторым по биоразнообразию отряд на данной территории является *Lepidoptera*, который представлен 15 видами (9,15%), относящимся к 5 семействам. Большая часть видового обилия представлена семействами *Noctuidae* и *Nymphalidae*, в составе которых выделено по 5 видов (33,33%). Еще по 2 представителя бабочек отмечено в семействах *Tortricidae* и *Pieridae* (13,33%) и 1 (6,67%) в семействе *Erebidae*.

Чуть меньше видовое обилие отмечено в отряде *Hymenoptera*, в состав которого включено 11 видов (6,71%) из 4 семейств. Большинство принадлежит представителям *Apidae* – 7 видов (63,63%). В составе остальных семейств отмечено по 1 представителю (9,09%). Кроме этого на территории модельного участка 3 отмечено по 8 видов (4,88) отрядов *Orthoptera* и

Diptera, а также 5 видов (3,05%) отряда *Homoptera*, 2 вида (1,22%) из отряда *Neuroptera* и 1 вид (0,61%) из отряда *Mecoptera*.

Структура видового состава на МУ 3 в целом похожа на таковую модельных участков 1 и 2, что объясняется относительными схожими экологическими характеристиками, а также напряженностью ЛЭП и её физическими показателями.

Модельный участок 4 (ЛЭП-220, суходольный луг).

В результате исследования в зонах влияния линий электропередач вблизи д. Варваровки нами выявлено 111 видов насекомых, что составляет 26,37% от общего видового обилия. Они относятся к 36 семействам и 8 отрядам. Наиболее многочислен отряд *Coleoptera* (Рисунок 7), который представлен 74 видами (66,66%), относящимся к 13 семействам. По обыкновению доминируют *Carabidae* – 24 видов (32,43%). Также довольно многочисленно семейство *Curculionidae*, в состав которого включено 10 видов (13,51%). Кроме них отметим семейства *Chrysomelidae*, которое представлено 9 видами (12,16%), и *Staphylinidae*, в составе которого выделено 7 видов насекомых (9,46%). Остальные семейства насчитывают не более 5 видов (6,76%).

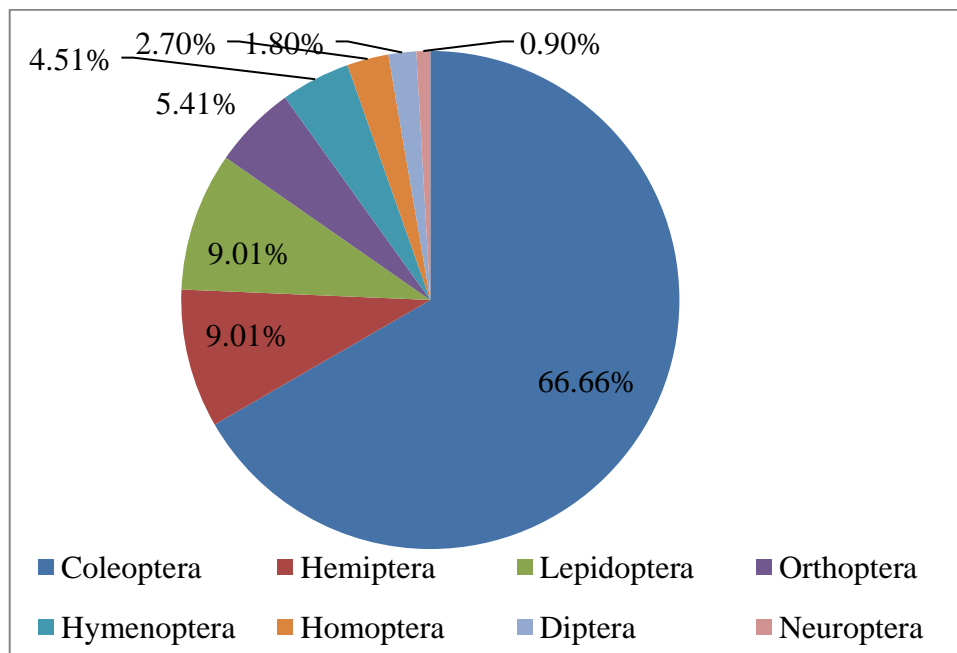


Рисунок 7 – Соотношение видового обилия отрядов насекомых в районе линий электропередач на территории модельного участка 4

Видовой состав *Hemiptera* на территории модельного участка 4 представлен 10 видами (9,01%) из 6 семейств. В составе *Miridae* отмечено 4 вида (40,00%) полужесткокрылых. Семейство *Lygaeidae* включает в себя 2 вида (20,00%) клопов. Остальные семейства представлены 1 единственным видом (10,00%). *Lepidoptera* на данной территории также представлены 10 видами (9,01%), относящимся к 4 семействам. Причем половина (5 видов 50,00%) от общего числа являются представителями семейства *Nymphalidae*. В составе *Geometridae* и *Noctuidae* отмечено по 2 вида насекомых (20,00%). Ещё один представитель (10,00%) относится к семейству *Tortricidae*.

На территории модельного участка 4 встречаются представители отряда *Orthoptera*, который представлен 6 видами (5,41%, 3 семейства), а также *Hymenoptera* – 5 (4,51%, 3 семейства), *Homoptera* 3 – (2,70%, 3 семейств), *Diptera* – 2 (1,80%, 2 семейств). Также на данной территории отмечен 1 представитель (0,90%) отряда *Neuroptera* из семейства *Chrysopidae*.

Модельный участок 5 (ЛЭП-750, широколиственный лес).

Через территорию модельного участка 5 проходят линии электропередач с напряжением 750кВ, что делает её похожей на МУ 1, 2 и 3. Однако в отличие от вышеназванных мест данные ЛЭП пересекают экосистему широколиственных лесов, что снижает показатели электрического и магнитного полей, так как лесной покров частично поглощает электромагнитные волн, что ранее отмечалось другими авторами [9,10].

В результате исследования вблизи линий электропередач на данном участке было обнаружено 100 видов (23,75%) насекомых, которые относятся к 38 семействам и 8 отрядам. Наиболее многочислен отряд *Coleoptera*, в составе которого отмечено 65 видов (65,00%) из 15 семейств (Рисунок 8). Большая часть из них это представители семейства *Carabidae* – 24 видов (36,92%). Также можно отметить *Staphylinidae*, в составе которого выделено 8 видов (12,31%) насекомых, а также семейства *Nitidulidae*, *Chrysomelidae* и

Curculionidae, в которых таких видов 5 (7,69%). Остальные семейства включают в себя не более 4 видов (6,15%).

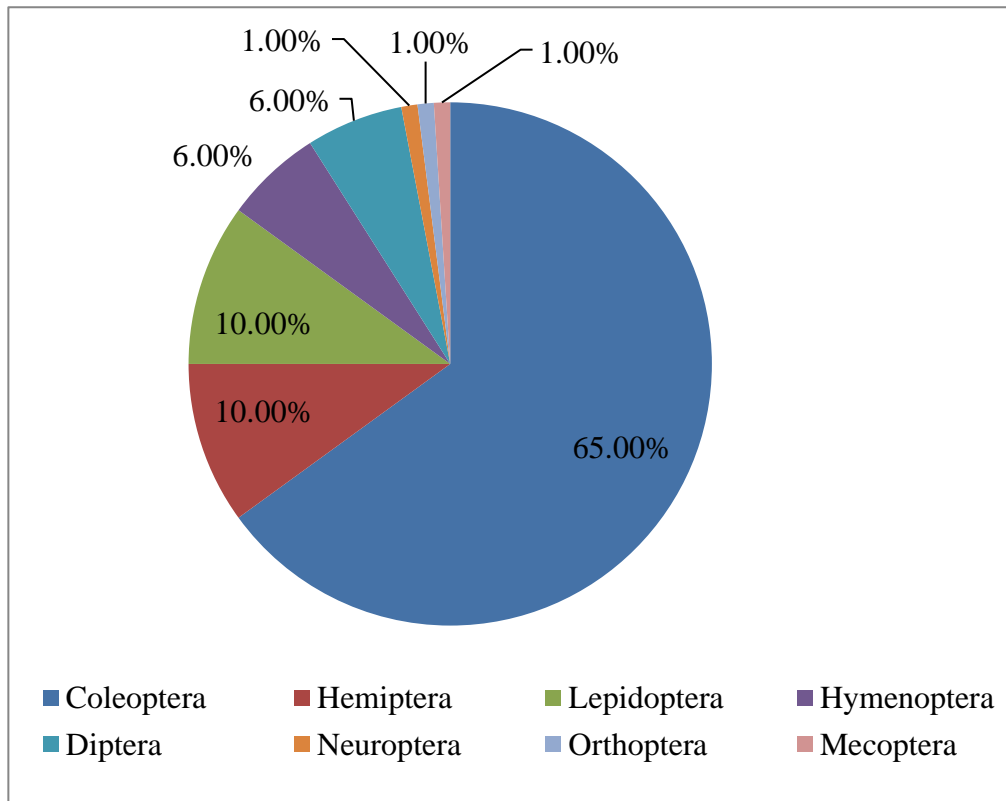


Рисунок 8 – Соотношение видового обилия отрядов насекомых в районе линий электропередач на территории модельного участка 5

Следующим по видовому обилию идет отряд *Hemiptera*, который представлен 10 видами (10,00%) из 5 семейств. В составе *Lygaeidae* выделено 4 вида (40,00%) полужесткокрылых, в *Nabidae* и *Berytidae* – 2 (20,00%). Остальные семейства представлены 1 видом (10,00%) Видовой состав *Lepidoptera* на территории модельного участка 5 также представлен 10 видами (10,00%), относящимся к 6 семействам. В составе *Nymphalidae* отмечено 3 вида (30,00%) чашуекрылых. *Pieridae* и *Geometridae* представлены 2 видами (20,00%). Остальные семейства представлены 1 видом (10,00%) данного отряда.

Несколько меньше видовое обилие отмечено в *Hymenoptera*. В состав этого отряда на данной территории включено 6 видов (6,00%), которые относятся к 6 семействам. В составе *Formicidae* выделено 3 вида (50,00%)

перепончатокрылых. Остальные семейства (*Vespidae*, *Sphecidae*, *Apidae*) представлены 1 единственным (16,66%) представителем.

В составе *Diptera* также выявлено 6 видов (6,00%, 5 семейств) насекомых. Только семейство *Calliphoridae* представлено 2 видами (33,33%), тогда как остальные включают в себя лишь 1 представителя (16,66%) двукрылых. На данной территории было отмечено по 1 представителю (1,00%) из отрядов *Neuroptera* (сем. *Chrysopidae*), *Orthoptera* (сем. *Tettigonioidea*) и *Mecoptera* (сем. *Panorpidae*).

Данный модельный участок находится вблизи ЛЭП-750. Однако так как он находится в пределах лесной экосистемы воздействие ЭМИ, как было замечено ранее, несколько снижено. Таким образом, несмотря на схожие физические показатели ЛЭП, находящиеся на модельных участках 1, 2 и 3 влияние электромагнитного излучения на данной территории не такое значительное.

Модельный участок 6 (ЛЭП-220, широколиственный лес).

Как и предыдущее место исследования, данный модельный участок расположен в пределах экосистемы широколиственного леса. Однако в отличие от МУ 5 данную территорию пересекает ЛЭП-220, следовательно, показатели ЭП и МП снижены. Энтомокомплекс вблизи исследуемых линий электропередач около д. Деминка представлена 207 видами (49,17%), которые относятся к 67 семействам и 8 отрядам. Самым многочисленным отрядом является *Coleoptera*, в котором выделено 152 видов (73,43%), относящихся к 32 семействам (Рисунок 9). Среди них доминируют *Carabidae* – 43 видов (28,29%). Кроме того достаточно многочисленно семейство *Curculionidae*, представленное 21 видом (13,82%). Также выделим *Chrysomelidae*, в состав которого входит 15 видов (9,87%). Семейство *Staphylinidae* представлено 12 видами (7,89%) насекомых, *Elateridae* и *Nitidulidae* – 8 (5,26%). Остальные семейства включают в себя не более 7 видов (4,61%).

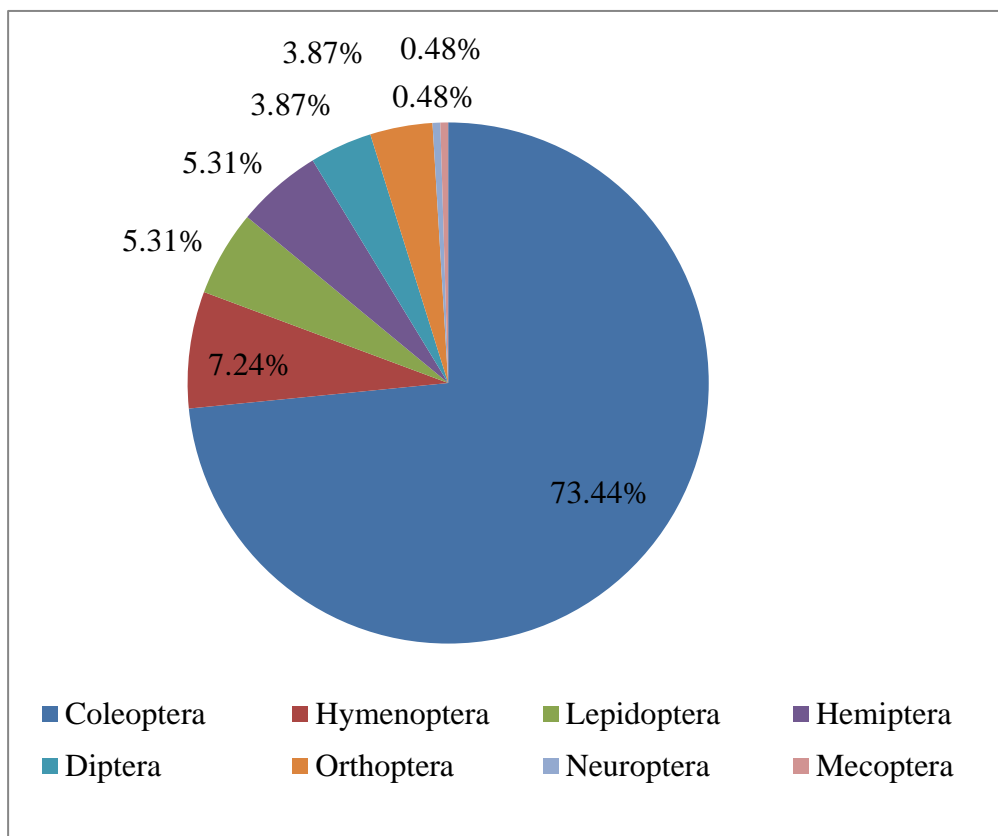


Рисунок 9 – Соотношение видового обилия отрядов насекомых в районе линий электропередач на территории модельного участка 6

Перепончатокрылые на исследуемой территории являются вторым отрядом по разнообразию и представлены 15 видами (7,24%), относящихся к 7 семействам. Наиболее многочисленным из которых является *Apidae* – 4 вида (26,66%). Также на территории модельного участка 6 отмечено 3 вида (20,00%) семейства *Tenthredinidae*. Кроме того выделено 2 вида (11,76%) в составе *Ichneumonidae* *Formicidae*. Остальные семейства (*Braconidae*, *Chrysididae*, *Vespidae* и *Halictidae*) представлены 1 видом (6,67%) из данного отряда.

Отряд *Lepidoptera* насчитывает 11 видов (5,31%) из 6 семейств. В составе семейств *Noctuidae* и *Nymphalidae* выявлено по 3 вида (27,27%) бабочек. Два представителя (18,18%) чешуекрылых отмечено в *Geometridae*. Кроме того по 1 представителю (9,09%) выделено в семействах *Tortricidae*, *Notodontidae* и *Erebidae*. Полужесткокрылые на территории МУ 6

представлены также 11 видами (5,31%) из 8 семейств. В составе *Berytidae*, *Lygaeidae* и *Coreidae* отмечено по 2 вида (18,18%) полужесткокрылых. Остальные семейства представлены лишь одним представителем (9,09%).

Отряд *Orthoptera* представлен 8 видами (3,87%) насекомых из 4 семейства. В составе *Tettigonioidea* и *Acrididae* выделено по 3 вида (37,50%). Кроме того по 1 представителю (12,50%) прямокрылых отмечено в *Gryllotalpidae* и *Tetrigidae*. *Diptera* также насчитывает 8 видов (3,87%, 6 семейств) насекомых. Семейства *Syrphidae* и *Calliphoridae* насчитывают по 2 вида (25,00%) двукрылых. *Tipulidae*, *Rhagionidae*, *Heleomyzidae*, *Sarcophagidae* представлены лишь 1 видом (12,50%). Кроме того на территории модельного участка было выделено по 1 представителю (0,48%) из отрядов *Neuroptera* (сем. *Chrysopidae*) и *Homoptera* (сем. *Cicadellidae*).

Контрольная территория 1 (суходольный луг).

Энтомокомплекс на контрольной территории в экосистеме суходольных лугов представлен 180 видами (42,76%), которые относятся к 54 семействам и 8 отрядам. Самым многочисленным отрядом является *Coleoptera*, в котором выделено 112 вида (62,22%), относящихся к 21 семейству (Рисунок 10). Среди них доминируют *Carabidae* – 30 видов (26,79%). Кроме того достаточно многочисленно семейство *Curculionidae*. Долгоносики на данной территории представлены 17 видами (15,18%). Чуть меньше разнообразие в составе семейства *Chrysomelidae*, в составе которого выделено 13 видов (11,61%). Также выделим Семейство *Staphylinidae*, которое представлено 7 видами (6,25%) насекомых. Остальные семейства немногочисленны и включают в себя не более 6 видов (5,36%).

Вторым по биоразнообразию отрядом является *Hymenoptera*, в состав которого включено 18 видов (10,00%) из 6 семейств. Большая часть из них принадлежит представителям *Apidae* – 8 видов (44,44%). В составе *Vespidae* и *Formicidae* выделено по 3 вида (16,67%) перепончатокрылых. Семейство *Ichneumonidae* насчитывают 2 вида (11,11%) данного отряда. Остальные семейства представлены 1 видом (5,55%).

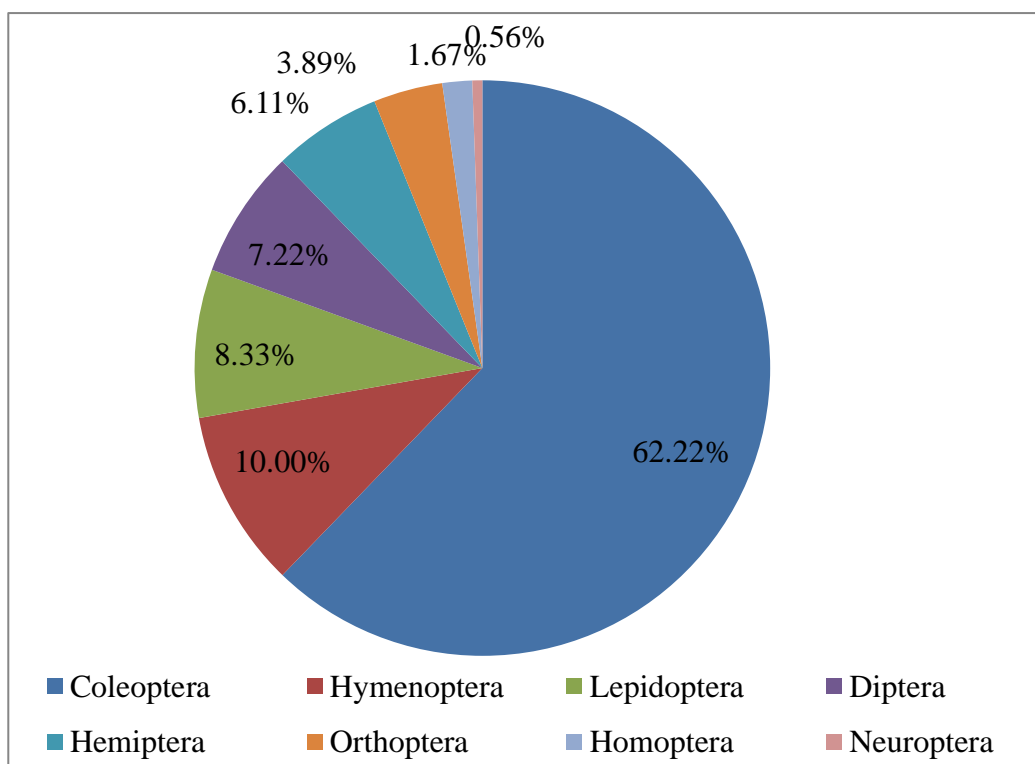


Рисунок 10 – Соотношение видового обилия отрядов насекомых на контрольной территории 1

Отряд *Lepidoptera* насчитывает 15 видов (8,33%) насекомых, относящихся к 6 семействам. *Nymphalidae* представлено 5 видами (33,33%) чешуекрылых. В состав семейства *Noctuidae* и *Geometridae* таких видов – 3 (20,00%), в *Tortricidae* – 2 (13,33%). Кроме того по 1 представителю (6,67%) данного отряда отмечено в семействах *Erebidae* и *Pieridae*. Чуть меньше видов на контрольной территории в составе отряда *Diptera* – 13 (7,22%, 9 семейств). В состав *Syrphidae* включено 5 видов (38,47%) двукрылых. Остальные же семейства представлены 1 единственным видом (7,69%).

Видовой состав *Hemiptera* представлен 11 видами (6,11%) из 5 семейств. Почти треть включает в себя *Miridae* (4 видов, 36,36%). В составе семейства *Lygaeidae* отмечено 3 вида (27,27%) насекомых, в *Pentatomidae* – 2 (18,18%). Кроме того в семействах *Pyrhocoridae* и *Stenocephalidae* отмечено по 1 представителю (9,09%) данного отряда. На контрольной территории 1 отмечено 7 видов *Orthoptera* (3,89%, 3 семейства). Семейства *Acrididae* и *Tettigoniidae* насчитывают по 3 вида (37,50%), также 1 представитель

(12,50%) выделен в семействе *Tetrigidae*. Тремя видами (1,67%) из трех разных семейств (*Cercopidae*, *Aphrophoridae*, *Cicadellidae*) представлен отряд *Homoptera*. Также контрольной территории в экосистеме суходольных лугов отмечен 1 представитель (0,56%) *Neuroptera* из семейства *Chrysopidae*.

Контрольная территория 2 (широколиственный лес).

Энтомокомплекс на контрольной территории в экосистеме широколиственного леса представлен 132 видами (31,35%), которые относятся к 53 семействам и 8 отрядам. Самым многочисленным отрядом является *Coleoptera*, в котором выделено 93 вида (70,45%), относящихся к 16 семействам (Рисунок 11).

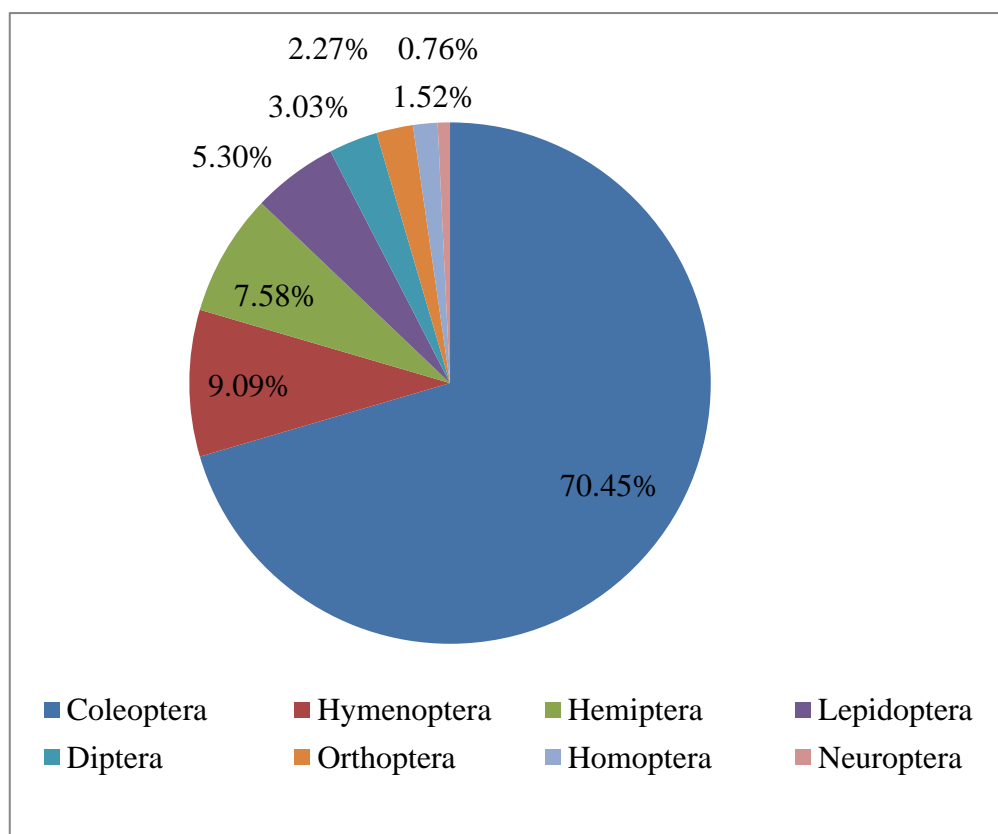


Рисунок 11 – Соотношение видового обилия отрядов насекомых на контрольной территории 2

Среди них доминирует *Carabidae* – 26 видов (27,95%). Кроме того достаточно многочисленно семейство *Curculionidae*. Долгоносики на данной территории представлены 13 видами (13,98%). Чуть меньше разнообразие в составе семейства *Staphylinidae*, в составе которого выделено 11 видов

(11,83%). На контрольной территории 2 можно отметить семейство *Chrysomelidae*, которое представлено 10 видов (10,75%). Остальные семейства немногочисленны и включают в себя не более 8 видов (8,60%).

Остальные отряды на данной территории немногочисленны. В составе *Hymenoptera* насчитывается 12 видов (9,09%) из 6 семейств. В *Vespidae* и *Formicidae* выделено по 3 вида (25,00%) перепончатокрылых. Семейства *Tenthredinidae* и *Ichneumonidae* насчитывают по 2 вида (16,67%) данного отряда. Остальные семейства представлены 1 видом (8,33%).

Видовой состав *Hemiptera* на контрольной территории 2 представлен 10 видами (7,58%) из 7 семейств. *Nabidae*, *Miridae* и *Berytidae* насчитывают по 2 вида (20,00%). Остальные семейства полужесткокрылых представлены 1 единственным видом (10,00%). Немногочислен и отряд *Lepidoptera*, который включает 7 видов (5,30%) насекомых, относящимся к 5 семействам. *Nymphalidae* представлен 3 видами (42,85%) чешуекрылых. Остальные семейства выделяют по 1 виду (14,29%). Также на контрольной территории в экосистемах широколиственных лесов отмечено 4 вида (3,03%) отряда *Diptera*, 3 вида (2,27%) *Orthoptera*, 2 вида (1,52%) из *Homoptera* и 1 вид (0,76%) из *Neuroptera*.

Сравнивая энтомокомплексы отдельных мест исследования в зоне действия линий электропередач и на контрольных территориях г. Тула и Тульской области по составу, можно заметить некоторые общие тенденции. В частности, во всех случаях отмечается преобладание по видовому обилию отряда *Coleoptera*, а в нем – семейств *Carabidae*, *Curculionidae* и *Staphylinidae*. Преобладание представителей этого отряда и семейств достаточно типично. Данная закономерность объясняется тем, что жесткокрылые в принципе являются самым распространенным отрядом насекомых, и территории ЛЭП не являются исключением.

Вторым по видовому обилию на исследуемых территориях в большинстве случаев является отряд *Hymenoptera*. В экосистемах

суходольных лугов преобладают фитофаги, для которых благоприятно сказывается наличие большого количества цветущих растений. В лесах же из этого отряда преобладают энтомофаги.

Вблизи линий электропередач и на контрольной территории, располагающихся на суходольных лугах, достаточно большое количество представителей отряда *Lepidoptera*. Биоразнообразие чешуекрылых, как и в случае с перепончатокрылыми благоприятствует большое количество цветущей растительности, а также наличие хорошо освещенных, прогреваемых солнцем, открытых пространств.

Сравнивая модельные участки с точки зрения действия антропогенного фактора можно отметить уменьшение количества видов вблизи ЛЭП по сравнению с контрольными территориями. Стоит заметить, что такая тенденция в большей степени выражена вблизи линий с напряжением 750кВ, проходящих в экосистемах суходольных лугов. В экосистемах широколиственных лесов все не так очевидно. С одной стороны на контрольной территории видовой состав более разнообразен, чем вблизи ЛЭП-750 (МУ 5), с другой менее, чем в районе ЛЭП-220 (МУ 6). Однако стоит заметить, что в последнем случае линии электропередач имеют меньшее напряжение, а, кроме того, электрические поля глушатся кронами деревьев, делая их физические показатели практически нулевыми. Таким образом, данная территория фактически избавлена от влияния ЭМИ и по экологическим условиям схожа с контрольной территории.

3.3 Оценка видового разнообразия насекомых в районах линий электропередач

Нами были использованы различные способы оценки видового разнообразия насекомых в районах исследования. Произведено сравнение абсолютного и относительного количество видов (Таблица 3, Рисунок 12)

вблизи исследуемых ЛЭП, а также использован кластерный анализ (Рисунок 13).

Таблица 3 – Видовое разнообразие насекомых на модельных участках и контрольных территориях г. Тула и Тульской области

Модельный участок	Экосистема	Напряжение ЛЭП (кВ)	Количество семейств		Количество видов	
			Абсолютное	Относительное, %	Абсолютное	Относительное, %
МУ 1	луг	750	60	58,82	152	36,10
МУ 2	луг	750	50	49,01	156	37,05
МУ 3	луг	750	44	43,14	164	38,95
МУ 4	луг	220	36	35,29	111	26,37
МУ 5	лес	750	38	37,25	100	23,75
МУ 6	лес	220	67	65,69	207	49,17
КТ 1	луг	-	54	52,94	180	42,76
КТ 2	лес	-	53	51,96	132	31,35

Примечание: МУ – модельные участки, КТ – контрольные территории

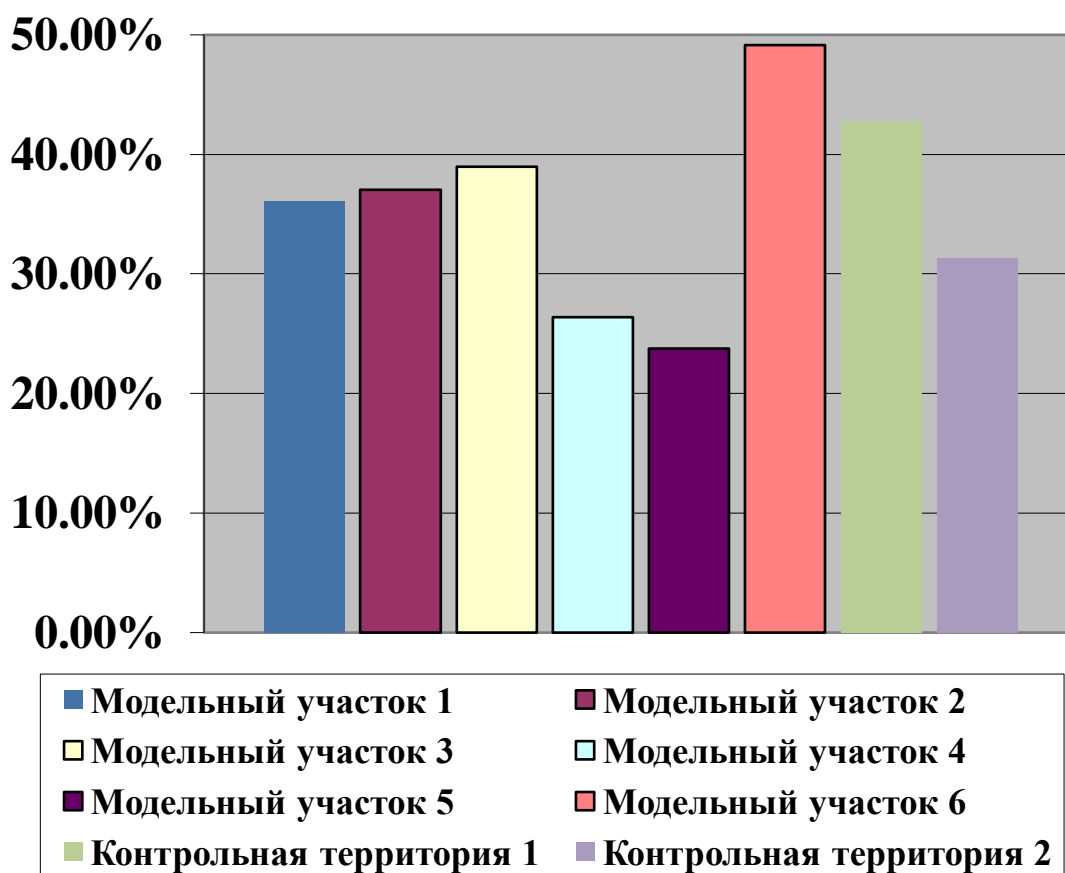


Рисунок 12 – Соотношение относительного видового обилия насекомых на модельных участках и контрольных территориях г. Тула и Тульской области

В ходе кластерного анализа решалась задача группирования объектов со схожими значениями показателей видового обилия. Объекты с различающимися свойствами при этом разносятся в различные классы, подобные объекты группируются в один однородный класс. Кластерный анализ был произведен с использованием следующих критериев: абсолютное и относительное количество видов, а также количество семейств.

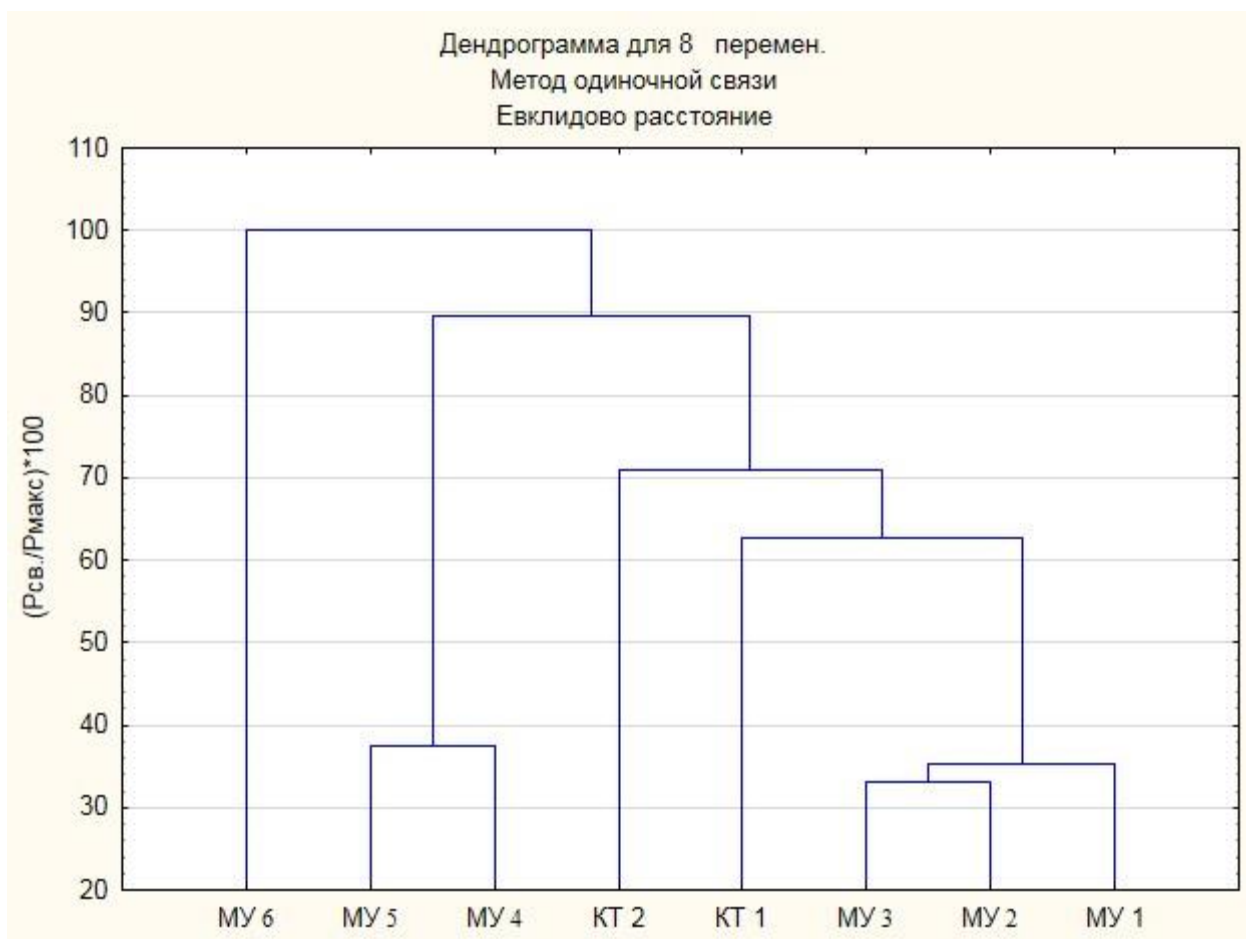


Рисунок 13 – Дендрограмма результата кластерного анализа видового обилия насекомых в районах линий электропередач и на контрольных территориях

Анализ дендрограммы показал, что наиболее близки по видовому разнообразию территории модельных участков 2 и 3, а на расстоянии 36 в единый кластер присоединяется участок в районе с. Воскресенское (МУ 1) (Рисунок 13). Сходство биоразнообразия между этими территориями объясняется схожей растительностью, а также физическими параметрами проходящими линиями электропередач (ЛЭП-750).

Впоследствии с вышеназванными участками на расстоянии 71 единый кластер образуют контрольные территории (КТ 1 и КТ 2). Несмотря на то, что видовой состав на всех модельных участках вблизи ЛЭП-750 снижен по сравнению с контрольным участком на лугу, статистическая близость объясняется сходством растительности и видами, обитающими на ней. Наличие в этом кластере контрольной территории с лесного участка, возможно, объясняется достаточно большим видовым обилием, что делает этот участок схожим с предыдущими.

Другой кластер на расстоянии 38 образуют территории в районе ЛЭП-220 (МУ 4) и ЛЭП-750 (МУ 5). Места исследования находятся в различных экосистемах, а их территорию пересекают разные ЛЭП. В связи с этим на дендрограмме формируются изначально не совсем очевидные статистические связи. Однако при дальнейшем анализе можно выделить некоторые закономерности. Так, например, через МУ 5 проходят ЛЭП-750, однако показатели ЭП сильно снижены, так как он располагается в лесу. Это приближает по этому признаку к МУ 4. Статистическое сходство данных территорий также объясняется небольшим количеством видов, обитающих на них (Рисунок 12).

Обособленно выглядит модельный участок 6. Это объясняется тем, что территория располагается в экосистеме широколиственного леса в зоне действия ЛЭП-220. Напряжение этих линий и так невелико, а в лесу значение ЭП фактически равно нулю. Кроме того вблизи исследуемой территории отсутствуют другие какие-либо источники антропогенного/техногенного прессинга. По сути, из всех изучаемых мест в районе ЛЭП данный участок является самым «чистым», что к слову подтверждается самым высоким видовым разнообразием аналогичным с контрольными территориями.

Для измерения β -разнообразия мы применили расчет индекса Ратледжа (Таблица 4). Это показатель сходства, основанный на мере разнообразия. Данный индекс учитывает степень совпадения видов в общем видовом богатстве и менее чутко реагирует на редкие виды, что делает его более

информативным. Чем выше значения индекса Ратледжа, тем ниже сходство между местами исследования и выше биоразнообразие.

Таблица 4 – Видовое сходство насекомых на модельных участках и на контрольных территориях по местам исследования (индекс Ратледжа)

	МУ 1	МУ 2	МУ 3	МУ 4	МУ 5	МУ 6	КТ 1	КТ 2
МУ 1		127,98	104,19	145,75	169,68	186,56	121,81	136,42
МУ 2			127,59	134,02	177,30	197,27	115,28	142,31
МУ 3				132,83	165,92	191,01	128,53	144,33
МУ 4					137,02	177,88	108,52	117,60
МУ 5						159,07	171,04	98,28
МУ 6							186,28	131,30
КТ 1								131,61
КТ 2								
Среднее: 145,26								
Коэффициент вариации $C_v=19,34\%$								

Примечание: МУ – модельные участки, КТ – контрольные территории

Анализ данных таблицы позволяет заключить следующее. Индекс Ратледжа для различных мест исследований в районах линий электропередач и на контрольных территориях колеблется от 98,28 до 197,27 при среднем значении 145,26. Наименьшее значение индекса Ратледжа, а, следовательно, максимальное сходство видового состава отмечено для лесного участка в районе ЛЭП-220 и контрольной территории 2, а также для трёх луговых участков в зоне действия ЛЭП-750 (МУ 1, МУ 2 и МУ 3). Это объясняется схожими экологическими условиями мест исследования.

Максимальные значения индекса Ратледжа и минимальное сходство видового состава отмечено для участка вблизи ЛЭП-220 (МУ 6) с участками в районе ЛЭП-750 (МУ 1, МУ 2, МУ 3) и контрольной территорией 1. Это связано с экологическими условиями. МУ 6 располагается в экосистеме широколиственного леса, а МУ 1, МУ 2, МУ 3 и контрольная территория 1 в экосистемах суходольных лугов. В целом варьирование индекса Ратледжа для всех модельных участков можно считать заметным, так как коэффициент вариации равняется 19,34% (Лакин, 1990). Значения индекса Ратледжа, а

также коэффициент их вариации наглядно демонстрируют, что энтомокомплексы отдельных участков в зонах действия ЛЭП и на контрольных территориях г. Тула и Тульской области сильно рознятся по количеству видов, что связано с экологическими условиями мест исследований.

3.4 Трофические группы насекомых в районах линий электропередач

Трофическая структура является отражением одного из наиболее важных типов биоценологических связей между организмами – трофических связей. Как известно, трофические связи имеют решающее значение в формировании экосистемы (Банников, 1999). Трофическая структура наиболее ярко демонстрирует функционирование видов в экосистеме. Соотношение общеизвестных трофических групп характеризует тип экосистемы, среду обитания, стабильность и их динамику (Клаусницер, 1990).

Изучение пищевой специализации позволило выявить трофические группировки насекомых и изучить трофическую структуру энтомокомплекса в районах линий электропередач и на контрольных территориях (Короткова, Дубинин, 2015; Короткова и др., 2016б). Преобладают фитофаги (Рисунок 14), которых выявлено 237 видов (56,29%) из 7 отрядов и 58 семейств. Из них наиболее разнообразен отряд *Coleoptera*. В этой систематической группе отмечено 130 видов фитофагов (54,85%), относящихся к 24 семействам. Наибольший вклад вносят семейства *Curculionidae* (41 вид, 31,57%) и *Chrysomelidae* (34 вид, 26,15%), все представители которых являются фитофагами. Также достаточно разнообразно в видовом отношении семейство *Elateridae*, в составе которого отмечено 11 видов (8,46%) фитофагов. В семействах *Nitidulidae* и *Cerambycidae* выделено по 8 (6,15%) и

7 видов (5,38%) данной трофической группы соответственно (Короткова, Дубинин, 2015).

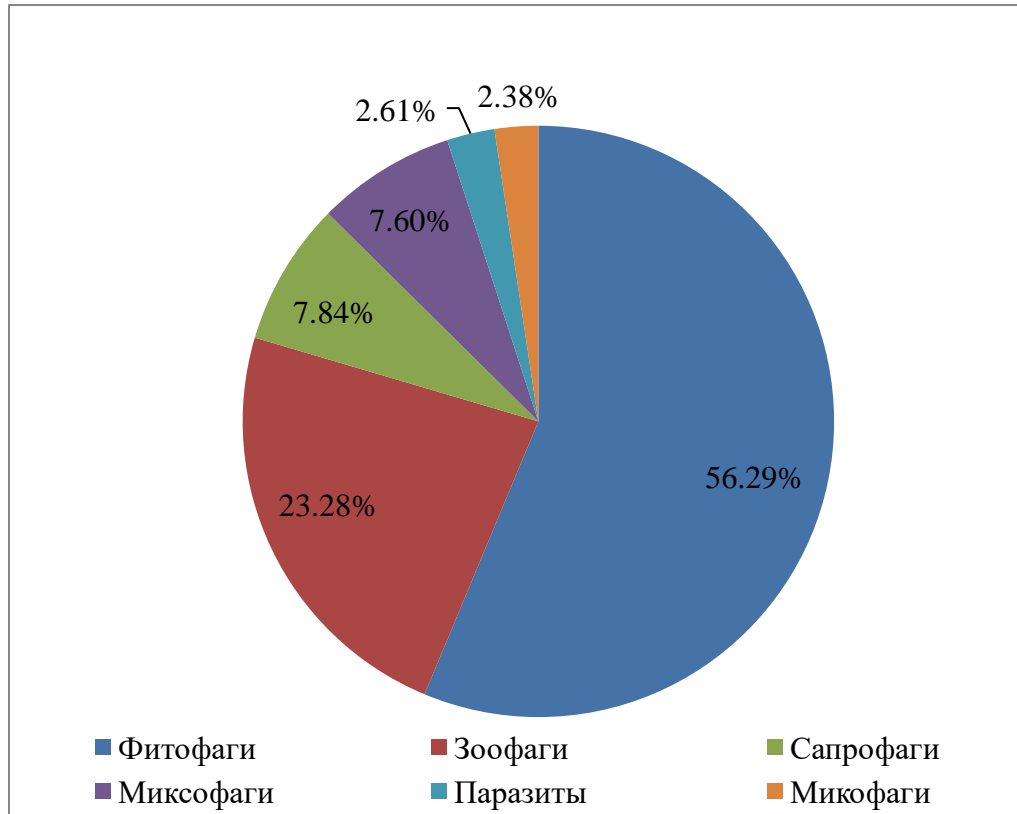


Рисунок 14 – Соотношение трофических групп насекомых на модельных участках и контрольных территориях г. Тула и Тульской области

На втором месте по биоразнообразию растительоядных форм – отряд *Lepidoptera*, все представители (46 видов, 19,41%) которого относятся к этой трофической группе. Среди чешуекрылых наиболее многочисленным является семейство *Noctuidae*, в котором выделено 12 видов (26,09%). Несколько меньше в видовом обилии в районах линий электропередач представлены *Geometridae* и *Nymphalidae*, насчитывающих по 9 видов (19,57%). Семейство *Tortricidae* включает в себя 6 видов (13,04%) бабочек. Остальные семейства представлены не более 2 видами (4,35%), а *Pterophoridae*, *Sphingidae*, *Notodontidae* и *Arctiidae* только 1 видом (2,17%). (Короткова, Дубинин, 2015).

Отряд *Hemiptera* представлен 22 видами насекомыми-фитофагами (9,28%), относящимся к 9 семействам. Среди них самым многочисленным

являются *Lygaeidae*, где отмечено 6 видов (27,27%) фитофагов и *Miridae*, представленный 5 видами (22,23%). Кроме того, в семействах *Berytidae*, *Coreidae* и *Pentatomidae* выделено по 2 вида (9,10%) данной трофической группы. Также по 1 растительноядному виду (4,55%) отмечено в семействах *Tingitidae*, *Pyrrhocoridae*, *Rhopalidae*, *Stenocephalidae* и *Scutelleridae*.

Среди отряда *Hymenoptera* отмечено 17 видов (7,17%) насекомых-фитофагов из 2 семейств. Почти все представители данного отряда относятся к семейству *Apidae* (12 видов, 70,59%). Остальные растительноядные формы этого отряда представлены семейством *Tenthredinidae*, в котором отмечено 5 видов (29,41%).

Насекомые фитофаги в количестве 11 видов (4,64%) из 4 семейств отмечены в составе отряда *Diptera*. Наиболее многочисленным является семейство *Syrphidae*, среди которого 6 видов фитофагов (54,54%). Семейства *Tipulidae* и *Anthomyidae* представлены 2 видами (18,18%). Кроме того, один вид (9,10%) отмечен в семействе *Tephritidae* (Короткова, Дубинин, 2015).

В отряде *Orthoptera* отмечено 7 видов (2,96%) из 3 семейств, относящихся к фитофагам. *Acrididae* представлено 4 видами (57,14%) данной трофической группы. Также 2 вида-фитофага (28,57%) отмечено в семействе *Tettigoniodea*, а 1 (14,29%) – в семействе *Tetrigidae*. В составе отряда *Homoptera* отмечено 4 вида (1,69%), относящихся к 4 семействам: *Cercopidae*, *Aphrophoridae*, *Cicadellidae* и *Membracida*, каждое из которых представлено 1 видом (25,00%) (Короткова, Дубинин, 2015).

Следующей по численности группой в трофической цепи идут зоофаги, которые напрямую зависят от растительноядных форм. На исследуемых участках нами выявлено 98 видов (23,28%) таких насекомых, относящихся к 6 отрядам и 17 семействам. Большая часть представители отряда *Coleoptera* – 82 вида (82,67%). Наиболее многочисленным семейством является *Carabidae*, которое представлено 43 видами (52,44%) насекомых-зоофагов. Существенный вклад вносит семейство *Staphylinidae*, 24 вида (29,27%) которых являются также зоофагами. В составе *Cantharidae* отмечено 6 видов

зоофагов (7,32%), в то время как в *Coccinellidae* таких видов 5 (6,10%) (Короткова, Дубинин, 2015).

В отряде *Hymenoptera* отмечено 7 видов насекомых-зоофагов (7,53%) из 4 семейств. В семействах *Pompilidae*, *Vespidae* и *Sphecidae* выявлено по 2 вида (28,57%) хищников, а в семействе *Eumenidae* 1 вид (14,29%). *Hemiptera* насчитывает 4 вида-зоофага (4,30%) из 3 семейств. В семействе *Nabidae* отмечено 2 вида данной трофической группы, *Miridae* и *Saldidae* по 1 виду (25,00%). Отряд *Diptera* представлен 2 видами (2,15%) насекомых-зоофагов из семейств *Rhagionidae* и *Asilidae*. Также 2 видами хищников (2,15%) представлен отряд *Neuroptera*. Оба представителя относятся к семейству *Chrysopidae*. Единственный вид (1,07%) отряда *Mecoptera* также относится к насекомым-зоофагам (Короткова, Дубинин, 2015).

В районах линий электропередач и на контрольных территориях выявлено 33 вида (7,84%) насекомых-сапрофагов, относящихся к 2 отрядам и 13 семействам. Самым многочисленным отрядом является *Coleoptera* – 26 видов (78,79%), из которых 9 (34,61%) представителей относится к семейству *Silphidae*. Кроме того 7 вида (26,92%) относятся к семейству *Scarabaeidae*, 4 (15,38%) к семейству *Lathridiidae*, 2 (7,69%) к семейству *Dermestidae*. Одним единственным видом-сапрофагом (3,85%) представлены семейства *Cholevidae*, *Trogidae*, *Sphindidae* и *Anthribidae*. Также сапрофаги выявлены в составе отряда *Diptera*, где отмечено 7 видов (31,9 %) насекомых данной трофической группы, относящихся к 5 семействам. *Calliphoridae* представлено 3 видами (42,85%). По единственному представителю (14,29%) сапрофагу выделено в семействах *Lauxaniidae*, *Heleomyzidae*, *Muscidae* и *Sarcophagidae* (Короткова, Дубинин, 2015).

На исследуемых территориях были выделены насекомые-миксофаги. В этой трофической группе в районах линий электропередач и на контрольных территориях отмечено 32 вида (7,60%), относящихся к 5 отрядам и 8 семействам. Доминируют представители отряда *Coleoptera*, среди которых 23 вида (71,88%) миксофагов, относящихся к 2 семействам. Наибольший вклад

вносит семейство *Carabidae*, которое представлено 20 видами (86,96%) миксофагов (Короткова, Дубинин, 2015). В семействе *Meloidae* отмечено 2 вида насекомых-миксофагов (8,70%), а также 1 вид (4,34%) в *Hydrophilidae*. Отряд *Hymenoptera* насчитывает 4 вида (10,81%) миксофагов. Все представители сосредоточены в семействе *Formicidae*. *Orthoptera* представлен 3 видами (8,11%), 2 (66,67%) из которых выделены в семействе *Tettigonioidea* и 1 (33,33%) в *Gryllotalpidae*. Отряды *Hemiptera* (сем. *Pentatomidae*) и *Diptera* (сем. *Empididae*) представлены по 1 виду миксофагу (2,70%).

В зоне действия линий электропередач и на контрольных территориях найдено 11 видов (2,61%) насекомых-паразитов, относящихся к 2 отрядам и 7 семействам. Отряд *Hymenoptera* насчитывает 8 видов (72,73%), которые относятся к 5 семействам. В составе *Ichneumonidae* выделено 3 вида (37,50%) данной трофической группы. Семейство *Apidae* представлено 2 видами паразитами (25,00%), а *Braconidae*, *Chrysididae* и *Halictidae* 1 единственным видом (12,50%). В составе отряда *Diptera* выделено 3 представителя-паразита (27,27%), 2 (66,67%) из которых представляют семейство *Tabanidae* и 1 (33,33%) семейство *Tachinidae*.

Кроме того было найдено 10 видов (2,38%), которые относятся к насекомым-миксофагам. Все представители относятся к отряду *Coleoptera*. В составе *Ciidae* выделено 3 таких вида (30,00%), а в *Leiodidae* – 2 (20,00%). Кроме того по 1 миксофагу (10,00%) отмечено в семействах *Staphylinidae*, *Eucinetidae*, *Mycetophagidae*, *Erotylidae* и *Corylophidae*. Отметим, что все представители насекомых-миксофагов обнаружены в экосистемах широколиственных лесов. Из них два вида *Oxyporus rufus* (Linnaeus, 1758) и *Anisotoma orbicularis* (Herbst, 1791) выделены также и на территориях суходольных лугов.

В зонах действия ЛЭП и на контрольных территориях среди всех трофических групп доминируют фитофаги. В целом это характерно для всех

экосистем как естественного, так и искусственного происхождения. Большое разнообразие зоофагов напрямую связано с количеством растительноядных форм, являющихся для них кормовой базой. Относительно небольшое видовое обилие миксофагов можно объяснить особенностями конкурентных отношений в энтомокомплексе. Особенности питания этих насекомых заставляют их конкурировать почти со всеми трофическими группами. Очевидно, что большой процент растительноядных и хищных форм уменьшает кормовые ресурсы, что в свою очередь негативно влияет на количество миксофагов. Небольшое количество сапрофагов объясняется их положением в цепях питания. На модельных участках в экосистемах суходольных лугов количество сапрофагов минимально. В экосистемах широколиственных лесов их несколько больше из-за наличия лесной подстилки, состоящей из разлагающихся опавших листьев, коры и т.д. Небольшое видовое разнообразие паразитов и микофагов в зонах действия ЛЭП и на контрольных территориях можно объяснить тем, что эти трофические группировки в любых экосистемах в целом невелики. Малое количество последних в данном случае объясняется ограниченным количеством экологических ниш для грибов, кормовой базы микофагов. Это в особенности заметно выражено на луговых территориях.

Таким образом, выявленные трофические группы и их соотношение в энтомокомплексе показывают вполне логичные результаты, которые реализуются в естественных экосистемах. Поскольку не происходит трансформации мест обитаний на модельных участках и на контрольных территориях изменения в трофической структуре насекомых отсутствуют.

ГЛАВА 4 ЗООГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ГИГРОПРЕФЕРЕНДУМ НАСЕКОМЫХ В РАЙОНАХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

4.1 Зоогеографическая характеристика насекомых в районах линий электропередач

Изучение зоогеографических характеристик видов позволило выделить 8 типов ареалов насекомых в соответствии с зоогеографическим районированием. В районах линий электропередач и на контрольных территориях преобладают виды с транспалеарктическим типом ареала (Рисунок 15). В эту группу входят 167 видов (39,67%), относящихся к 6 отрядам и 58 семействам. Наибольший вклад вносит отряд *Coleoptera*, в составе которого насчитывается 97 (58,08%) транспалеарктических видов из 27 семейств, самым многочисленным из которых является *Carabidae* – 15 видов (15,46%). В составе семейства *Staphylinidae* выделено 14 видов (14,43%) с транспалеарктическим типом ареала; в составе семейства *Chrysomelidae* и *Curculionidae* таких видов – 13 (13,40%) (Короткова, Дубинин, 2016а).

Вторым отрядом по биоразнообразию насекомых с транспалеарктическим типом ареала является отряд *Lepidoptera*. В нем отмечено 23 вида (13,77%) насекомых, относящихся к 8 семействам. Самое многочисленное из них – *Nymphalidae*, которое насчитывает 7 видов (30,43%) (Короткова, Дубинин, 2016а). Кроме этого в семействе *Tortricidae* отмечено 5 видов (21,74%) насекомых с транспалеарктическим типом ареала. Среди *Geometridae* и *Noctuidae* данная зоогеографическая группа представлена 3 видами (13,04%). Также 2 таких вида (8,70%) выделено в семействе *Pyralidae*. В составе семейств *Sphingidae*, *Arctiidae* и *Pieridae* отмечено по 1 виду (4,35%) с транспалеарктическим типом ареала.

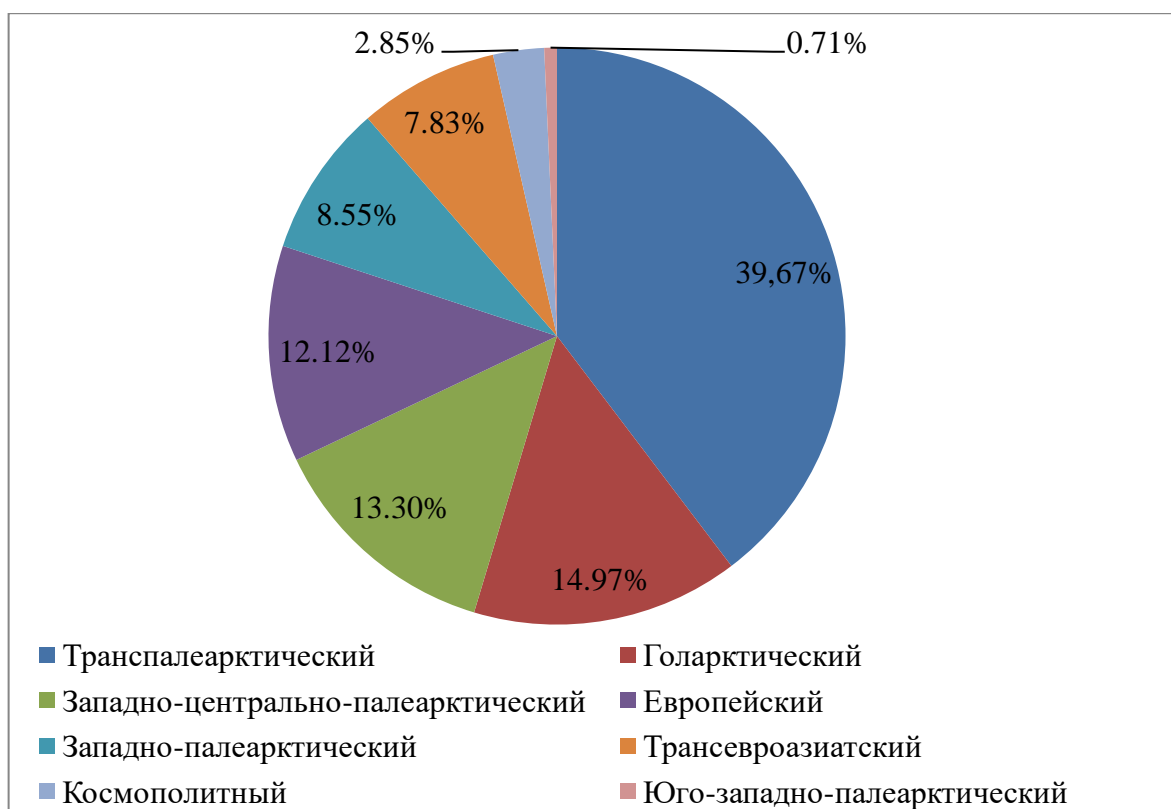


Рисунок 15 – Зоогеографический преферендум насекомых на модельных участках и контрольных территориях г. Тула и Тульской области

Отряд *Hymenoptera* представлен 17 видами (10,18%) с транспалеарктическим типом ареала, относящихся к 7 семействам. Самым многочисленным является *Apidae*, которое насчитывает 8 видов (47,06%). Данная зоогеографическая группа включает в себя 3 вида (17,65%) из семейства *Ichneumonidae*. В составе *Formicidae* таких видов 2 (11,77%). По 1 виду (5,88%) с транспалеарктическим типом ареала выделено в семействах *Pompilidae*, *Braconidae*, *Halictidae* и *Sphecidae* (Короткова, Дубинин, 2016а).

В составе *Diptera* насчитывается 14 видов (8,39%) насекомых с транспалеарктическим типом ареала. В составе *Syrphidae* отмечено 3 вида (21,43%) данной зоогеографической группы. По 2 таких вида (14,29%) выделено в семействах *Tipulidae* и *Calliphoridae*. В остальных семействах отряда *Diptera* (*Tephritidae*, *Asilidae*, *Empididae*, *Lauxaniidae*, *Heleomyzidae*, *Muscidae*, *Sarcophagidae*) отмечено по 1 виду (7,14%) насекомому с транспалеарктическим типом ареала.

Hemiptera представлен 9 видами (5,39%) насекомых с транспалеарктическим типом ареала. В составе *Miridae* таких видов насчитывается 3 (33,34%), в то время как *Lygaeidae* и *Pentatomidae* представлены 2 видами (22,22%). Кроме того в составе семейств *Tingitidae* и *Coreidae* отмечен 1 вид (11,11%) данной зоогеографической группы (Короткова, Дубинин, 2016а). Также 7 видов (4,19%) насекомых с транспалеарктическим типом ареала отмечено в отряде *Orthoptera*. В составе семейства *Acrididae* выделено 4 таких вида (57,14%). Кроме того *Tettigonioidea* представлено 2 видами (28,57%), а *Tetrigidae* 1 видом (14,29%) насекомых данной зоографической группы.

Насекомых с голарктическим типом ареала отмечено 63 вида (14,97%), представленных 6 отрядами и 29 семействами. Большая часть относится к отряду *Coleoptera*, в составе которого 44 (69,84%) таких видов из 14 семейств. Самым многочисленным из них является *Curculionidae*, насчитывающим 7 видов (15,91%). В составе *Chrysomelidae* отмечено 6 видов (13,63%) насекомых данной зоогеографической группы. По 5 видов (11,36%) насекомых с голарктическим типом ареала выделено в семействах *Carabidae* и *Silphidae*. В составе *Staphylinidae* таких видов 4 (9,09%). По 3 голарктических вида (6,82%) отмечено в семействах *Elateridae* и *Nitidulidae*. По 2 вида (4,55%) с голарктическим типом ареала выделено в семействах *Leiodidae*, *Melyridae*, *Byturidae* и *Coccinellidae*. Кроме того по 1 (2,27%) представителю, относящемуся к голарктическому типу ареала выделено в *Colonidae*, *Cholevidae* и *Mycetophagidae* (Короткова, Дубинин, 2016а).

В составе *Lepidoptera* выделено 6 видов (9,52%) с голарктическим типом ареала, относящихся к 5 семействам. *Nymphalidae* представлено 2 такими видами (33,33%). В *Tortricidae*, *Geometridae*, *Noctuidae* и *Lycaenidae* отмечено по 1 виду (16,67%) насекомому с голарктическим типом ареала. В отряде *Hemiptera* отмечено 5 голарктических видов (7,94%). По 2 вида (40,00%) этого ареала выделены в семействах *Miridae* и *Lygaeidae*. Кроме

того 1 представитель (20,00%) данной зоогеографической группы найден в *Pyrrhocoridae*.

Hymenoptera представлено 4 видами (6,35%) с голарктическим типом ареала, которые относятся к 4 семействам. В каждом из них (*Tenthredinidae*, *Sphacidae*, *Apidae* и *Formicidae*) выделено по 1 виду (25,00%) данной зоогеографической группы. В составе отряда *Diptera* выделено 3 голарктических вида (4,76%), 2 (66,66%) из которых относятся к семейству *Anthomyidae*, а 1 (33,34%) к *Tachinidae*. Кроме этого, 1 представитель (1,59%) с голарктическим типом ареала выделен в отряде *Homoptera* (сем. *Cicadellidae*).

Видов с западно-центрально-палеарктическим типом ареала несколько меньше – 56 (13,30%). Это представители 5 отрядов и 24 семейств, подавляющее большинство которых из отряда *Coleoptera* (43 видов (76,78%) из 15 семейств). Наиболее многочисленным из них является *Carabidae* – 10 западно-центрально-палеарктических видов (23,25%). В составе семейства *Scarabaeidae* и *Curculionidae* насчитано по 6 видов (13,95%) этого ареала. *Chrysomelidae* представлено 5 видами (11,62%) данного типа ареала. В состав *Cerambycidae* входит 4 вида (9,30%) с западно-центрально-палеарктическим типом ареала. *Mordellidae* и *Oedemeridae* представлены 2 такими видами (4,65%). Остальные семейства (*Staphylinidae*, *Silphidae*, *Byrrhidae*, *Pyrochroidae*, *Coccinellidae*, *Salpingidae*, *Orsodacnidae* и *Rhynchitidae*) включают в себя 1 представителя (2,33%) западно-центрально-палеарктического ареала. В составе *Hemiptera* выделены 9 видов (16,07%) с западно-центрально-палеарктическим типом, которые относятся к 6 семействам. По 2 вида (22,22%) с этим типом ареала выделено в *Nabidae*, *Berytidae* и *Lygaeidae*. Остальные семейства (*Stenocephalidae*, *Coreidae* и *Scutelleridae*) представлены 1 представителем (11,11%) данного ареала. Отряд *Hymenoptera* представлен 2 видами (3,57%), которые относятся к западно-центрально-палеарктическому типу ареала. Оба представителя принадлежат семейству *Apidae*. По 1 представителю (1,79%) этого типа ареала выделено в

отрядах *Lepidoptera* (сем. *Pterophoridae*) и *Diptera* (сем. *Rhagionidae*) (Короткова, Дубинин, 2016а).

Насекомых с европейским типом ареала насчитывается 51 вид (12,12%), относящихся к 7 отрядам и 27 семействам. Наибольший вклад вносит отряд *Coleoptera*, в чей состав входит 32 европейских вида (62,75%) из 14 семейств. Из них наиболее многочисленно *Curculionidae*, в составе которого насчитано 8 видов (25,00%) насекомых с европейским типом ареала. Несколько меньше представителей этой зоогеографической группы отмечено в *Carabidae* (6 видов, 18,75%) (Короткова, Дубинин, 2016а). Кроме того в составе *Staphylinidae* выделено 4 вида (12,50%) с европейским типом ареала, в *Silphidae* 3 вида (9,38%), а в *Elateridae* таких видов 2 (6,25%). Остальные семейства (*Scarabaeidae*, *Trogidae*, *Cantharidae*, *Dasytidae*, *Pyrochroidae*, *Coccinellidae*, *Cerambycidae*, *Scolytidae* и *Apionidae*) насчитывают по 1 представителю (3,12%) данной зоогеографической группы.

В составе отряда *Lepidoptera* насчитано 6 видов (11,77%) из 3 семейств. *Noctuidae* представлено 3 видами (50,00%) с европейским типом ареала. В *Geometridae* таких видов 2 (33,33%), а в *Notodontidae* – 1 (16,67%). Также насекомые с европейским типом ареала отмечены в отряде *Hymenoptera*. Их насчитано 5 видов (9,80%) из 3 семейств. В составе *Tenthredinidae* 3 вида (60,00%) с таким типом ареала. По 1 представителю (20,00%) данной зоогеографической группы из семейств *Chrysididae* и *Apidae*.

Состав *Hemiptera* включает в себя 3 вида (5,88%) из 3 разных семейств (*Miridae*, *Saldidae* и *Pentatomidae*). Кроме того в составе отрядов *Neuroptera* (сем. *Chrysopidae*) и *Homoptera* (сем. *Cercopidae* и *Membracidae*) отмечено по 2 вида (3,92%), относящихся к европейскому типу ареала. Также 1 вид (1,96%) с данным типом ареала выделен в отряде *Mecoptera* из семейства *Panorpidae*.

В районах линий электропередач и на контрольных территориях отмечено 36 видов (8,55%) насекомых с западно-палеарктическим типом ареала, относящихся к 4 отрядам и 12 семействам. Почти все найденные нами

виды относятся к отряду *Coleoptera*, в составе которого насчитывается 33 вида (91,66%) из 9 семейств. Большую часть также составляют представители семейства *Carabidae*, которое насчитывает 24 вида (72,73%) вышеназванного ареала. В составе *Nitidulidae* таких видов 2 (6,06%). По 1 западно-палеарктическому виду (3,03%) выделено в семействах *Staphylinidae*, *Scarabaeidae*, *Trogidae*, *Dermestidae*, *Chrysomelidae*, *Cerambycidae* и *Curculionidae* (Короткова, Дубинин, 2016а). Также по 1 представителю (2,78%) с западно-палеарктическим типом ареала отмечено в составе отрядов *Hemiptera* (сем. *Rhopalidae*), *Hymenoptera* (сем. *Pompilidae*) и *Diptera* (сем. *Tabanidae*).

Насекомые с трансевроазиатским типом ареала на исследуемых территориях представлены 33 видами (7,83%), которые относятся к 6 отрядам и 18 семействам. Отряд *Coleoptera* представлен 16 трансевроазиатскими видами (48,48%) из 8 семейств. Самыми многочисленными являются *Elateridae* и *Curculionidae*, в составе которых 4 вида (25,00%) с данным типом ареала. По 2 вида (12,50%) из этой зоогеографической группы включены в *Carabidae* и *Chrysomelidae*. Остальные семейства (*Staphylinidae*, *Tenebrionidae*, *Nitidulidae* и *Mordellidae*) представлены 1 единственным (6,25%) трансевроазиатским видом.

В составе отряда *Lepidoptera* насчитывается 7 видов (21,21%) из 3 семейств с трансевроазиатским типом ареала. *Noctuidae* насчитывает 4 вида (57,14%) с данным типом ареала, *Geometridae* – 2 (28,57%). Также 1 трансевроазиатский вид (14,29%) отмечен в семействе *Lycaenidae*.

Отряд *Diptera* представлен 4 видами (12,12%) с трансевроазиатским типом ареала, относящимся к 2 семействам. В составе *Syrphidae* таких видов 3 (75,00%), в *Tabanidae* – 1 (25,00%). *Orthoptera* насчитывает 3 вида (9,09%) из семейств *Tettigonioidae* (2 вида, 66,67) и *Gryllotalpidae* (1 вид, 33,33%). *Hymenoptera* включает в себя 2 трансевроазиатских вида (6,06%) из семейств *Tenthredinidae* и *Formicidae*. Кроме того 1 вид с трансевроазиатским типом

ареала отмечен в отряде *Homoptera* (3,03%). Данный представитель выделен в семействе *Aphrophoridae* (Короткова, Дубинин, 2016а).

С космополитным типом ареала насчитывается 12 видов (2,85%) насекомых, которые относятся к 4 отрядам и 10 семействам. *Hymenoptera* представлен 5 видами (41,67%) космополитами из 3 семейств. *Vespidae* и *Apidae* включают в себя по 2 вида (40,00%) с данным типом ареала. Ещё 1 представитель (20,00%) этой зоографической группе выделен в *Eumenidae*. В составе отряда *Coleoptera* отмечено 4 вида (33,33%) насекомых с космополитным типом ареала, которые относятся к 4 семействам: *Dermestidae*, *Elateridae*, *Coccinellidae* и *Curculionidae*. Отряд *Lepidoptera* насчитывает 2 космополитных вида (16,67%). По 1 представителю (50,00%) этого типа ареала отмечены в семействах *Noctuidae* и *Pieridae* (Короткова, Дубинин, 2016а). Кроме того также 1 вид (8,33%) насекомого космополита выделен в *Diptera*. Этот представитель семейства *Calliphoridae*.

Также стоит отметить, что в результате исследований нами найдено 3 вида (0,71%), соответствующих юго-западно-палеарктическому типу ареала. В составе *Coleoptera* отмечено 2 представителя (66,67%) из семейств *Carabidae* и *Curculionidae* с данным типом ареала. Ещё 1 вид (33,33%) выделен в *Lepidoptera* (сем. *Geometridae*).

Таким образом, в зоне действия ЛЭП и на контрольных территориях преобладают виды насекомых с транспалеарктическим и голарктическим типами ареала, что обычно для регионов центральной России. В данном случае зоогеографическая характеристика насекомых, а именно их ареалы обитания скорее зависят от географического положения, чем от антропогенной нагрузки. В целом соотношение групп насекомых по типам ареалов в изученных экосистемах полностью соответствует таковому во всех наземных экосистемах г.Тула и Тульской области и согласуется с данными других авторов (Чарина, 2002; Борисенко, 2005; Огороков, 2005).

4.2 Гигропреферендум насекомых в районах линий электропередач

В результате проведенных исследований мы выделили несколько экологических групп насекомых, отличных по гигропреферендуму. В районах линий электропередач и на контрольных территориях преобладают насекомые-мезофилы (Рисунок 16). Отмечено 353 представителя (83,85%) этой экологической группы, относящихся к 8 отрядам и 89 семействам (Короткова, Дубинин 2017а). Такое количественное превосходство над другими группами объясняется широтной зональностью и характеристиками экосистем Тульской области в целом и исследуемых территорий в частности. Мезофилы приспособлены к жизни в условиях средней влажности воздуха и почвы, что характерно для Тульского региона. Среди насекомых-мезофилов наибольшее видовое разнообразие отмечено в отряде *Coleoptera*. В этой систематической группе выделено 235 видов мезофилов (66,57%), относящихся к 42 семействам. Наибольший вклад вносит семейство *Carabidae*, которое представлено 53 видами (22,55%). Также большое количество насекомых-мезофилов выделено в семействе *Curculionidae* – 41 видов (17,45%). Стоит отметить и семейство *Chrysomelidae*, в составе которого 21 вид (8,93%) мезофилов.

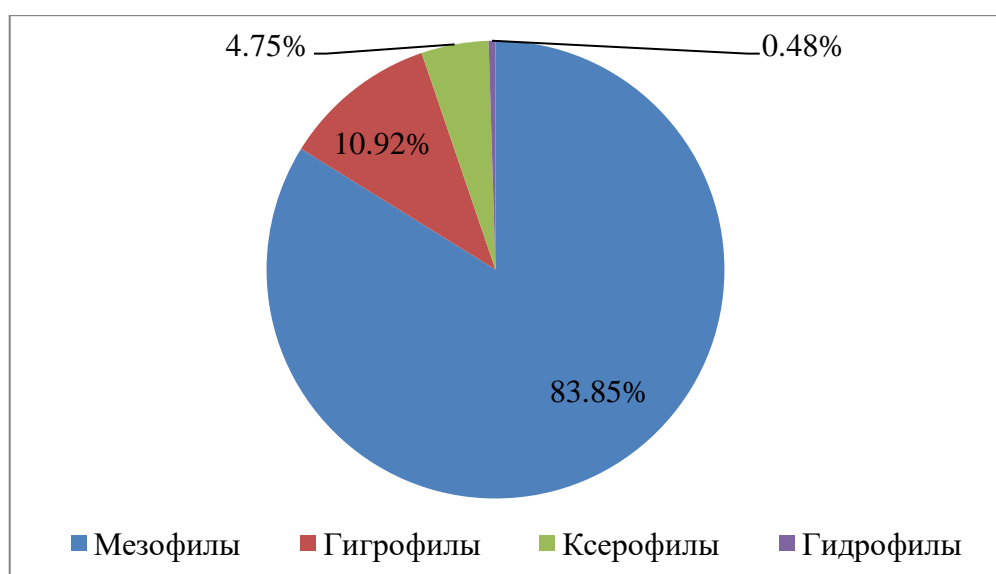


Рисунок 16 – Гигропреферендум насекомых на модельных участках и контрольных территориях г. Тула и Тульской области.

Вторым отрядом по биоразнообразию данной экологической группы является *Hymenoptera*, где выделено 32 (9,06%) насекомых-мезофилов, относящихся к 11 семействам. Большая часть мезофилов сосредоточена в семействе *Apidae*, в котором насчитывается 13 таких видов (40,63%). В составе семейств *Tenthredinidae*, *Ichneumonidae* и *Formicidae* по 3 вида насекомых-мезофилов (9,38%). *Pompilidae*, *Vespidae* и *Sphecidae* включено по 2 вида (6,25%). В остальных семействах (*Braconidae*, *Chrysididae*, *Halictidae* и *Eumenidae*) отмечено по 1 виду (3,12%) мезофилу.

В составе отряда *Lepidoptera* отмечено 29 видов (8,22%) мезофилов из 8 семейств, самое многочисленное из которых *Noctuidae* – 8 видов (27,59%). В составе *Nymphalidae* насчитывается 6 видов (20,69%) насекомых-мезофилов. Данная экологическая группа представлена семействами *Tortricidae* (5 видов, 17,24%) и *Geometridae* – (4 вида, 13,79%). По 2 мезофила (6,89%) отмечено в семействах *Pyrilidae* и *Lycaenidae*. Также по 1 представителю (3,45%) насекомых-мезофилов отмечены в *Sphingidae* и *Arctiidae*.

Отряд *Hemiptera* включает в себя 23 вида (6,51%) насекомых-мезофилов, относящихся к 9 семействам, самым многочисленным из которых является *Miridae* (6 видов, 26,09%) Вторым по численности является *Lygaeidae* (5 видов, 21,74%). В составе семейства *Pentatomidae* отмечено 3 вида (13,04%). В семействах *Nabidae*, *Berytidae* и *Coreidae* таких видов 2 (8,69%). В составе семейств *Tingitidae*, *Pyrrhocoridae* и *Stenocephalidae* по 1 виду (4,35%) насекомому-мезофилу. *Diptera* насчитывает 20 видов (5,67%) насекомых-мезофилов, относящихся к 11 семействам. Самое многочисленное из них – *Syrphidae*, которое насчитывает 6 видов (30,00%). Кроме этого в семействе *Calliphoridae* отмечено 3 вида (15,00%) мезофилов. По 2 таких вида (10,00%) выделено в семействах *Tipulidae* и *Anthomyidae*. В составе семейств *Tephritidae*, *Asilidae*, *Empididae*, *Lauxaniidae*, *Muscidae*, *Sarcophagidae* и *Tachinidae* отмечено по 1 виду (5,00%) насекомому-мезофилу (Короткова, Дубинин 2017а).

Отряд *Orthoptera* представлен 8 видами (2,27%) насекомыми-мезофилами. Данная экологическая группа представлена 3 семействами. В составе *Acrididae* 4 вида (50,00%), а в *Tettigoniodea* 3 вида (37,50%) мезофила. Семейство *Tetrigidae* представлено одним единственным видом (12,50%). Отряд *Homoptera* представлен 4 видами (1,13%) насекомых-мезофилов, относящихся к 4 семействам: *Cercopidae*, *Aphrophoridae*, *Cicadellidae* и *Membracidae*, в каждом из которых отмечен 1 вид (25,00%) мезофил. Отряд *Neuroptera* представлен 2 видами (0,57%) из семейства *Chrysopidae*.

Следующая в биологическом разнообразии экологическая группа на исследуемых территориях это насекомые-гигрофилы. Нами было определено 46 таких видов (10,92%) из 7 отрядов и 21 семейства. Наиболее многочисленным в этой группе является отряд *Coleoptera*, в котором отмечено 30 видов (65,22%) гигрофилов из 8 семейств. Наибольший вклад вносят семейства *Carabidae* и *Staphylinidae*, в составе которых отмечено по 7 видов (23,33%) гигрофилов. В составе *Chrysomelidae* выделено 6 видов (20,00%), а в *Elateridae* по 5 видов (16,66%) насекомых-гигрофилов. К этой экологической группе относятся также 2 вида (6,66%) семейства *Byrrhidae*. Насекомыми-гигрофилами являются по 1 виду (3,34%) из семейств *Limnichidae*, *Scarabaeidae* и *Cerambycidae* (Короткова, Дубинин 2017а).

Lepidoptera включает в себя 5 представителей (10,87%) гигрофилов из 3 семейств. В составе *Geometridae* выделено 3 вида (60,00%) насекомых-гигрофилов. По 1 представителю (20,00%) данной экологической группы отмечено в семействах *Notodontidae* и *Noctuidae*. Отряд *Diptera* представлен 3 видами (6,52%) насекомых-гигрофилов из трех семейств: *Rhagionidae*, *Tabanidae* и *Heleomyzidae*, в каждом из которых выделено по 1 виду (33,33%). Отряд *Hymenoptera* также представлен 3 видами (6,52%) насекомых-гигрофилами, 2 (66,66%) из которых относятся к семейству *Tenthredinidae*, а 1 (33,33%) к *Apidae*. Кроме этого 2 вида (4,35%) гигрофилов отряда *Hemiptera* отмечено в семействах *Saldidae* и *Lygaeidae*. Отряд *Orthoptera*

представлен семействами *Tettigonioidae* и *Gryllotalpidae*, в состав которых входят по 1 представителю (50,00%) насекомых-гигрофилов. Также на исследуемых территориях выделен 1 вид (2,17%) гигрофил в отряде *Mecoptera* (Короткова, Дубинин 2017а).

В ходе исследования нами были обнаружены 20 видов (4,75%) насекомых-ксерофилов, которые относятся к 4 отрядам и 12 семействам. Большинство ксерофилов представлены отрядом *Lepidoptera* – 12 видов (60,00%), которые относятся к 6 семействам. По 3 ксерофила (25,00%) выделены в семействах *Noctuidae* и *Nymphalidae*. По 2 представителя (16,67%) данной экологической группы отмечены в семействах *Geometridae* и *Pieridae*, по 1 виду (8,33%) отмечено в семействах *Tortricidae* и *Pterophoridae*. *Coleoptera* представлен 5 видами (25,00%) насекомых-ксерофилов, 3 (60,00%) из которых относятся к семейству *Carabidae*. По 1 виду (20,00%) ксерофилу отмечено в *Tenebrionidae* и *Trogidae*. В составе отряда *Hemiptera* выделено 2 вида (10,00%) из семейств *Rhopalidae* и *Scutelleridae*. В *Hymenoptera* единственный вид (5,00%) насекомого-ксерофила представлен семейством *Formicidae* (Короткова, Дубинин 2017а).

Насекомые-гидрофилы немногочисленны на исследуемых территориях и представлены 2 видами (0,48% общего видового обилия), которые относятся к отрядам *Coleoptera* (семейство *Hydrophilidae*) и *Diptera* (семейство *Tabanidae*). Данные виды в большей степени гидрофильны на личиночной стадии, имаго же либо периодически выходят на сушу (*Hydrobius fuscipes* (Linnaeus, 1758) или вообще ведут наземный образ жизни (*Haematopota pluvialis* (Linnaeus, 1758) (Короткова, Дубинин 2017а).

Доминирование насекомых-мезофилов, обитающих в условиях умеренной влажности, является обычным для г. Тула и Тульской области. Преобладание этой группы в отдельных отрядах насекомых ранее отмечалось не только в естественных экосистемах, но и в условиях урбанизации и рекреации (Дорофеев, 1995; Огороков, 2005). Отметим, что в результате

влияния этих факторов увеличивалось количество ксерофилов и снижалось обилие гигрофилов. В нашем же случае отмечена обратная ситуация, что говорит о незначительном влиянии антропогенного воздействия и отсутствии трансформации гигропреферендума энтомокомплекса на исследуемых территориях. Полученные данные согласуются с результатами других авторов (Нагуманова, 2005; Алексанов 2007; Автаева 2012).

ГЛАВА 5 КАРАБИДОКОМПЛЕКС В РАЙОНАХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

5.1 Видовой состав и жизненные формы жужелиц в районах линий электропередач

В ходе исследований на модельных участках и на контрольных территориях было выявлено 63 вида *Carabidae*, относящихся к 32 родам (Дубинин, 2015; Короткова, Дубинин, 2019б). Наибольшим видовым обилием жужелиц отличается модельный участок 6 в экосистеме широколиственного леса в зоне действия ЛЭП-220. На этой территории отмечено 43 вида (68,25%) жужелиц (Таблица 5). Модельный участок 5, расположенный также в лесу, в районе ЛЭП-750 отличается меньшим разнообразием карабидокомплекса и представлен 24 видами (38,09%) жужелиц. На контрольной территории 2 в экосистеме широколиственного леса выявлено 26 видов, что составляет 41,27% от общего видового состава жужелиц.

Таблица 5 – Видовое разнообразие жужелиц на модельных участках и контрольных территориях г. Тула и Тульской области

Модельный участок	Экосистема	Напряжение ЛЭП (кВ)	Количество видов	
			Абсолютное	Относительное, %
МУ 1	луг	750	28	44,44
МУ 2	луг	750	36	57,14
МУ 3	луг	750	30	47,62
МУ 4	луг	220	24	38,09
МУ 5	лес	750	24	38,09
МУ 6	лес	220	43	68,25
КТ 1	луг	-	30	47,62
КТ 2	лес	-	26	41,27

Примечание: МУ – модельные участки, КТ – контрольные территории

Видовое обилие *Carabidae* в экосистемах суходольных лугов в зоне действия ЛЭП колеблется от 38,09% до 57,14%. Наибольшим разнообразием отличается модельный участок 2 в районе ЛЭП-750, где отмечено 36 видов

(57,14%) жуужелиц. Относительно близки по видовому составу модельные участки 1 и 3, выделенные также в зоне действия ЛЭП-750. На территории МУ 1 отмечено 26 видов жуужелиц, что составляет 44,44% от общего разнообразия *Carabidae*. МУ 3 насчитывает 30 видов (47,62%) *Carabidae*. Наименьшим обилием в экосистемах суходольных лугов карабидокомплекс представлен на территории модельного участка 4 в районе ЛЭП-220, где отмечено 24 вида жуужелиц (38,09%). Контрольная территория 1 в луговой экосистеме насчитывает 30 видов карабид, что составляет 47,62% от общего обилия *Carabidae*.

Видовое разнообразие жуужелиц оценивалось с помощью индекса α -разнообразия Шеннона, который учитывает количество и относительное обилие таксонов (Таблица 6). Чем выше значения индекса Шеннона, тем выше разнообразие в сообществе.

Таблица 6 – Значения индексов видового разнообразия для карабидокомплекса на модельных участках и контрольных территориях г. Тула и Тульской области

Место исследования	Экосистема	Индекс Шеннона	Показатель выравненности Пиелу	Индекс Симпсона
МУ 1	луг	2,30	0,69	0,15
МУ 2	луг	2,64	0,74	0,10
МУ 3	луг	2,35	0,69	0,15
МУ 4	луг	2,09	0,66	0,21
МУ 5	лес	1,90	0,60	0,23
МУ 6	лес	2,15	0,57	0,14
КТ 1	луг	2,47	0,73	0,11
КТ 2	лес	2,31	0,71	0,13
		Среднее:2,28	Среднее:0,67	Среднее:0,15

Примечание: МУ – модельные участки, КТ – контрольные территории

Значения индекса Шеннона на различных модельных участках лежат в интервале от 1,90 до 2,64 при среднем значении 2,28. Наибольшие показатели отмечаются на территориях вблизи ЛЭП-750 в экосистемах суходольных лугов (МУ 1, 2, 3). Значения индекса для этих мест исследования колеблются от 2,30 до 2,64. Также достаточно высок индекс разнообразия Шеннона (2,47) на контрольной территории 1. Таким образом, на вышеназванных участках

можно наблюдать более разнообразное сообщество жуужелиц по сравнению с остальными местами исследования.

На основании расчетов индекса Шеннона была рассчитана величина выравнинности Пиелу, которая показывает степень равномерности распределения представленных видов в сообществе. Высокие значения величины Пиелу показывают сбалансированность сообщества. Низкие же её показатели могут свидетельствовать о значительном доминировании одних видов над другими. Результаты, приведенные в таблице 8, свидетельствуют о достаточном равномерном распределении жуужелиц в каждом из исследуемых сообществ. Это подтверждается значениями величины Пиелу, которые колеблются от 0,57 до 0,74 при среднем показателе 0,67.

Для определения степени выраженности доминирования определенных видов в структуре сообщества был рассчитан индекс доминирования Симпсона. Достоинство данного индекса заключается в том, что он практически не зависит от видового обилия. В наших исследованиях значения индекса Симпсона для всех модельных участков и контрольных территорий незначительны и лежат в интервале от 0,10 до 0,23. Это говорит, что структура доминирования *Carabidae* в местах исследований достаточно выровнена, что согласуется с ранее полученными показателями величины Пиелу.

Важным экологическим параметром карабидокомплекса является спектр жизненных форм. Используя общепринятую классификацию Шаровой И.Х. (Шарова, 1981) нами было выявлено 12 жизненных форм жуужелиц, представляющие 2 класса – зоофаги и миксофитофаги (Таблица 7) (Короткова, Дубинин, 2017б). На модельных участках и на контрольных территориях по видовому обилию преобладают зоофаги – 43 вида (68,25%), которые насчитывают 10 жизненных форм. Миксофитофагов среди жуужелиц на исследуемых территориях отмечено 20 видов (31,75%) и 2 жизненные формы.

Таблица 7 – Жизненные формы жуелиц на модельных участках и контрольных территориях г. Тула и Тульской области

№ п/п	Вид	Жизненная форма			Встречаемость, (%)							
		Тип питания	Ярус	Подъярус (способ передвижения)	МУ 1	МУ 2	МУ 3	МУ 4	МУ 5	МУ 6	КТ 1	КТ 2
					6	7	8	9	10	11	12	13
1.	<i>Cylindera germanica</i>	з	эг	л	0,84	2,86	0,29	2,63		0,21	2,03	
2.	<i>Cicindela campestris</i>	з	эг	л	11,83	2,72	4,87	5,79		0,10	12,51	0,23
3.	<i>Leistus ferrugineus</i>	з	сб	п-пд	0,23	0,27	0,10			0,10	0,32	0,23
4.	<i>Notiophilus palustris</i>	з	сб	п-пд				0,53	0,36	0,10		0,23
5.	<i>Calosoma inquisitor</i>	з	эгд	х					0,18			
6.	<i>Carabus cancellatus</i>	з	эг	х				0,53	9,44	5,46	0,21	13,07
7.	<i>Carabus granulatus</i>	з	эг	х			0,38	0,53	41,20	26,98	0,32	25,46
8.	<i>Carabus nemoralis</i>	з	эг	х			0,10	1,05	17,79	7,00	0,32	16,06
9.	<i>Carabus hortensis</i>	з	эг	х				0,53	0,36			
10.	<i>Carabus coriaceus</i>	з	эг	х	0,15	0,14			0,36	0,41		0,46
11.	<i>Cychrus caraboides</i>	з	эг	х					0,18	0,51		
12.	<i>Clivina fossor</i>	з	гб	р						0,10		
13.	<i>Asaphidion flavipes</i>	з	эг	б	0,92		0,10			0,10	0,32	
14.	<i>Bembidion lampros</i>	з	сб	п-пд		0,14						
15.	<i>Bembidion properans</i>	з	сб	п-пд	0,84	0,14	0,76	0,53			0,32	
16.	<i>Bembidion punctulatum</i>	з	сб	п-пд	0,31	0,14	0,19	0,53		0,21	0,21	0,23
17.	<i>Bembidion biguttatum</i>	з	сб	п-пд		0,14						
18.	<i>Bembidion quadrimaculatum</i>	з	сб	п-пд						0,10		
19.	<i>Poecilus cupreus</i>	з	сб	п-пз	6,22	3,81	32,92	39,47	2,18	15,65	14,87	10,55
20.	<i>Poecilus versicolor</i>	з	сб	п-пз	8,83	2,99	9,06			16,48	5,03	8,03
21.	<i>Poecilus lepidus</i>	з	сб	п-пз	0,31		9,16		0,36	8,96		6,42
22.	<i>Poecilus punctulatus</i>	з	сб	п-пз	0,61	0,14	0,19			0,10	0,32	

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
23.	<i>Pterostichus niger</i>	з	сб	п-пз		0,68	0,29		1,27	1,44	0,11	0,92
24.	<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	з	сб	п-пз					1,27	0,21		1,15
25.	<i>Pterostichus melanarius</i>	з	сб	п-пз	0,31	0,14	0,10		3,27	2,37	0,11	2,29
26.	<i>Calathus fuscipes</i>	з	сб	пд		0,14	0,38					
27.	<i>Calathus melanocephalus</i>	з	сб	пд		0,14		0,53				
28.	<i>Dolichus halensis</i>	з	сб	пд	0,08							
29.	<i>Sericoda quadripunctata</i>	з	сб	п-пд					2,00			0,46
30.	<i>Agonum fuliginosum</i>	з	сб	п-пд					1,27			
31.	<i>Platynus assimilis</i>	з	сб	пд	0,08				15,06	1,03	0,11	7,57
32.	<i>Anchomenus dorsalis</i>	з	сб	п-пд	1,00	1,09	0,38	0,53	0,18		0,86	
33.	<i>Olisthopus rotundatus</i>	з	сб	п-пд		0,14				0,10		
34.	<i>Amara aenea</i>	м	гх	г	23,04	14,29	8,87	6,32		0,93	17,43	0,69
35.	<i>Amara communis</i>	м	гх	г	25,65	16,46	3,53	1,58		0,21	17,65	
36.	<i>Amara eurynota</i>	м	гх	г						0,10		
37.	<i>Amara familiaris</i>	м	сб	ск	0,46	0,95	1,81	1,05		0,31	1,28	0,69
38.	<i>Amara spreata</i>	м	гх	г		0,14						
39.	<i>Amara equestris</i>	м	гх	г	0,92	0,41	0,95	0,53			0,32	
40.	<i>Curtonotus aulicus</i>	м	гх	г					0,73	0,10		0,23
41.	<i>Anisodactylus binotatus</i>	м	гх	г		0,14						
42.	<i>Anisodactylus nemorivagus</i>	м	гх	г		0,14						
43.	<i>Anisodactylus signatus</i>	м	гх	г					0,18	0,10		
44.	<i>Bradycellus caucasicus</i>	м	сб	ск					0,18	0,10		
45.	<i>Acupalpus meridianus</i>	м	сб	ск						0,10		
46.	<i>Harpalus rufipes</i>	м	гх	г	0,77	6,53	0,67	3,16		0,10	1,71	
47.	<i>Harpalus rubripes</i>	м	гх	г		2,99	3,44	0,53		1,24	1,18	
48.	<i>Harpalus anxius</i>	м	гх	г		3,27	2,86		0,91	4,02	1,28	2,75
49.	<i>Harpalus latus</i>	м	гх	г	2,15	14,42	11,83	18,42		1,24	6,74	0,46
50.	<i>Harpalus xanthropus</i>	м	гх	г		0,27						
51.	<i>Harpalus luteicornis</i>	м	гх	г	0,92	5,31	3,44	3,16	0,91	1,44	4,17	0,92

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
52.	<i>Harpalus affinis</i>	м	гх	г	5,15	7,48	0,57	10,53			4,92	0,23
53.	<i>Harpalus distinguendus</i>	м	гх	г	4,22	9,80	2,19	0,53		0,61	4,92	
54.	<i>Panagaeus bipustulatus</i>	з	сб	пд			0,10					
55.	<i>Callistus lunatus</i>	з	сб	пд		0,14						
56.	<i>Licinus depressus</i>	з	сб	пд					0,18	0,10	0,11	
57.	<i>Badister bullatus</i>	з	сб	пд	0,31		0,29			0,41	0,11	
58.	<i>Badister unipustulatus</i>	з	сб	пд					0,18			
59.	<i>Badister sodalis</i>	з	сб	пд						0,21		0,23
60.	<i>Paradromius linearis</i>	з	хб	с		0,14				0,21		
61.	<i>Microlestes maurus</i> (Sturm)	з	сб	пд-т	3,07	0,68	0,19	0,53		0,21	0,21	0,23
62.	<i>Microlestes minutulus</i>	з	сб	пд-т	0,54	0,68		0,53		0,21		0,23
63.	<i>Drypta dentata</i>	з	хб	с	0,23					0,41		
	Общее число видов				28	36	30	24	24	43	30	26
	Общее число особей				1302	735	1048	190	551	971	935	436
	Всего особей:	6168										

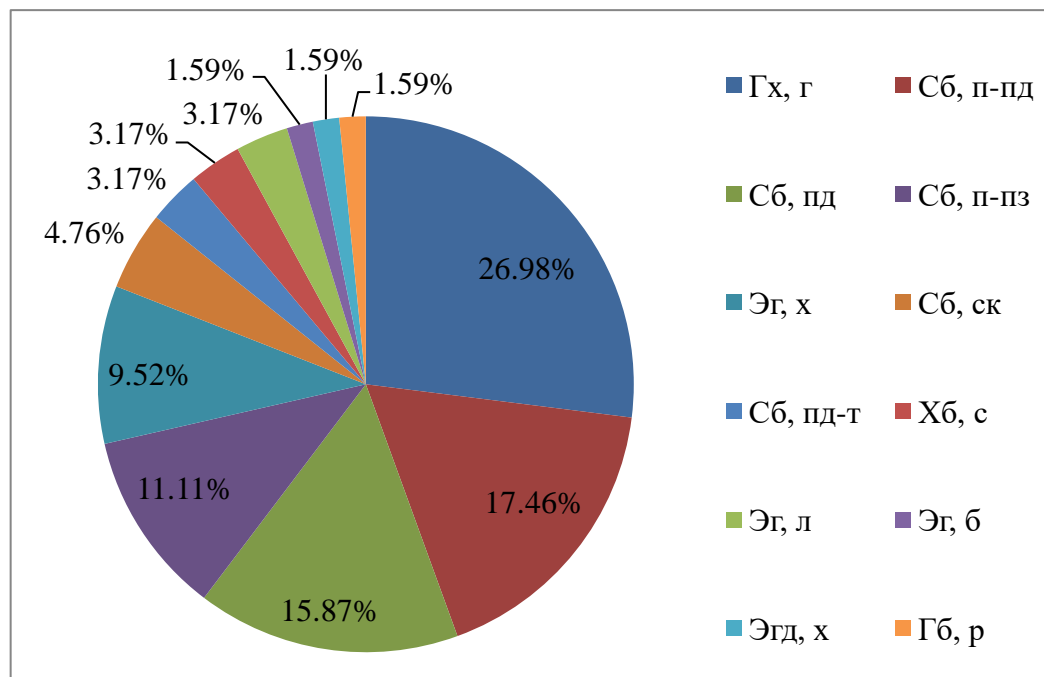
Примечание: МУ – модельные участки, КТ – контрольные территории

Жизненные формы:

1. Тип питания (З – зоофаги; М – миксофитофаги);
2. Ярус (эг – эпигеобионты; сб – стратобионты; эгд – эпигеодендробионты; гб – геобионты; гх – геохортобионты; хб – хортобионты);
3. Подъярус или способ движения (л – летающие; п-пд – поверхностно-подстилочные; х – ходящие; р – роющие; б – бегающие; п-пз – подстильно-почвенные зарывающиеся; пд – подстилочные; г – гарпалоидные; ск – скважники; с – стеблевые; пд-т – подстильно-трещинные.

Среди хищных форм доминируют стратобионты поверхностно-подстилочные (11 видов, 17,46%), что в целом является типичным явлением для экосистем Тульской области (Рисунок 17) (Дорофеев, 1995; Короткова, 2004). Жужелицы с этой жизненной формой распространены как на участках в луговых, так и в лесных экосистемах вне зависимости от физических характеристик ЛЭП. Наиболее распространенными видами стратобионтов поверхностно-подстилочных являются *Bembidion properans* (Stephens, 1828) и *Anchomenus dorsalis* (Pontoppidan, 1763). Довольно широко

среди зоофагов на участках вблизи ЛЭП и на контрольных территориях представлены стратобионты подстилочные (10 видов, 15,87%). Среди них наиболее распространен *Platynus assimilis* (Paykull, 1790). Стратобионты почвенные зарывающиеся на исследуемых территориях отмечены в количестве 7 видов, что составляет 11,11% от всего карабидокомплекса. Из них чаще всего встречаются типичные лесные виды, такие как *P. Melanarius* и *P. niger*.



Условные обозначения: гх, г – геохортобионты гарпалоидные; сб, п-пд – стратобионты поверхностно-подстилочные; сб, пд – стратобионты подстилочные; сб, п-пз – стратобионты почвенные зарывающиеся; эг, х – эпигеобионты ходящие; сб, ск – стратобионты скважники; сб, пд-т – стратобионты подстилично-трещинные; хб, с – хортобионты стеблевые; эг, л – эпигеобионты летающие; эг, б – эпигеобионты бегающие; эгд, х – эпигеодендробионты ходящие; гб, р – геобионты роющие

Рисунок 17 – Соотношение жизненных форм жуужелиц на модельных участках и контрольных территориях г. Тула и Тульской области

Эпигеобионты ходящие на модельных участках и на контрольных территориях представлены 6 видами (9,52%) жуужелиц. К ним относятся крупные по размеру карабиды из рода *Carabus*. Жизненные формы стратобионты подстилично-трещинные, хортобионты стеблевые,

эпигеобионты летающие характерны для 2 видов (3,17%) для каждой из групп. Остальные жизненные формы довольно специфичны и представлены 1 видом (1,79%) – эпигеобионты бегающие (*Asaphidion flavipes* (Linnaeus, 1760)), эпигеодендробионты ходящие (*Calosoma inquisitor* (Linnaeus, 1758)), геобионты роющие (*Clivina fossor* (Linnaeus, 1758)).

Миксофитофаги представлены всего 2 жизненными формами. Большинство из них являются геохортобионтами гарпалоидными, которые в своем составе насчитывают 17 видов (26,98%). Чаще всего встречаются жуки из родов *Amara* и *Harplus*. Стратобионты скважинки на исследуемых участках немногочисленны и насчитывают 3 вида, что составляет 4,76% от общего обилия *Carabidae*.

Анализируя спектр жизненных форм жуков на отдельных участках можно заметить некоторые закономерности. В лесах заметно преобладают зоофаги (Таблица 8).

Таблица 8 – Соотношение видового обилия зоофагов и миксофитофагов жуков на модельных участках и контрольных территориях г. Тула и Тульской области, (%)

МУ 1		МУ 2		МУ 3		МУ 4		МУ 5		МУ 6		КТ 1		КТ 2	
З	М	З	М	З	М	З	М	З	М	З	М	З	М	З	М
67,85	32,14	58,33	41,67	63,33	36,37	58,33	41,67	79,17	20,83	66,74	32,56	63,33	36,67	73,08	26,62

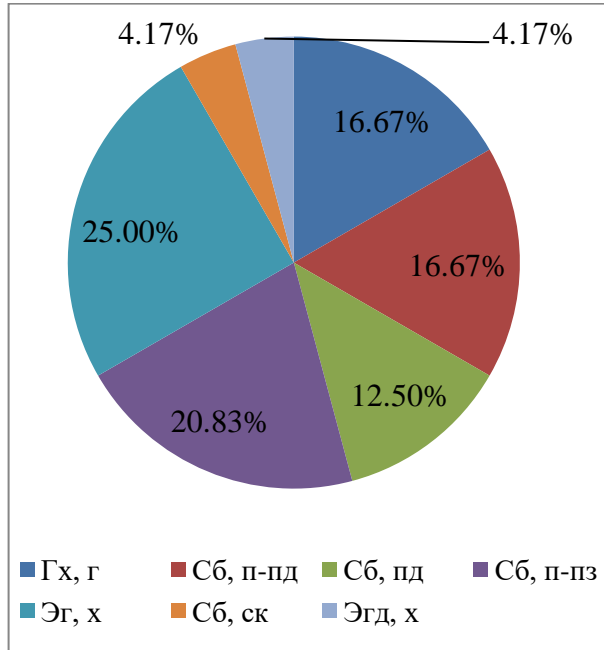
Примечание: МУ – модельные участки, КТ – контрольные территории, З – зоофаги, М – миксофитофаги

На модельном участке 5 вблизи ЛЭП-750 на долю хищников приходится 79,17%. На контрольной территории 2 видовое обилие зоофагов примерно такое же и достигает 73,08%. По всей видимости, это свидетельствует об относительной однородности условий существования жуков на этих территориях. В районе ЛЭП-220 (МУ 6) наблюдается небольшое снижение доли хищников – 66,74%.

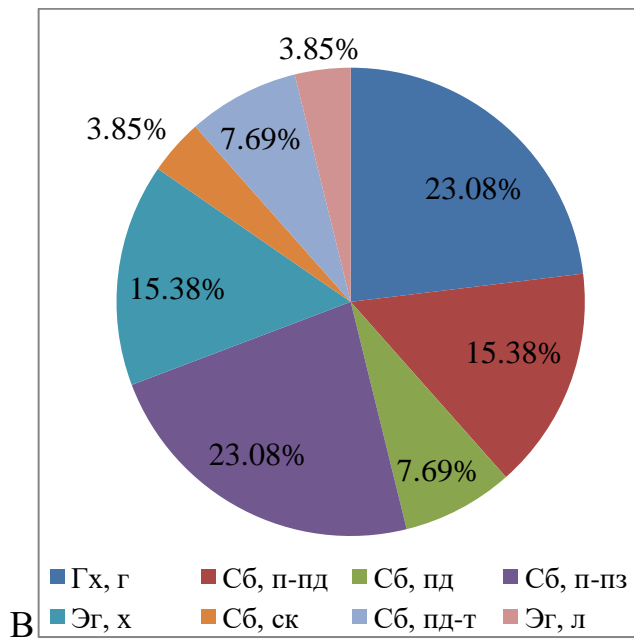
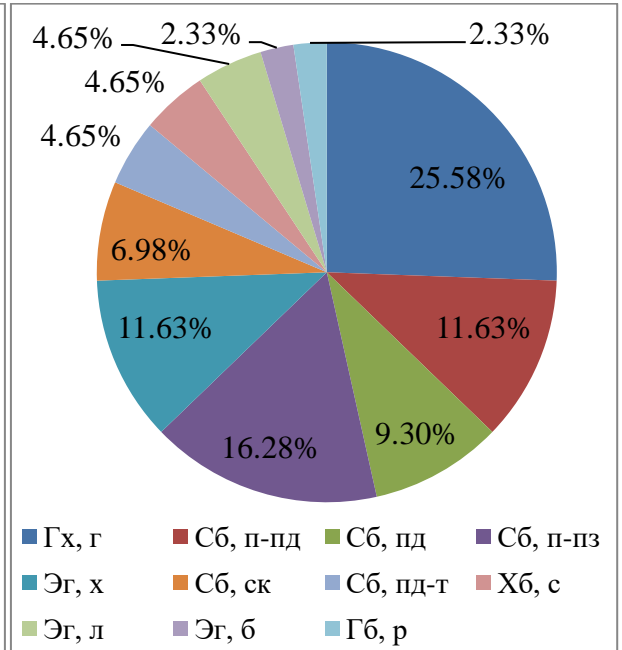
Спектр жизненных форм жужелиц на лесных участках включает 11 групп, 9 из которых относятся к зоофагам, а 2 к миксофитофагам. В зоне действия ЛЭП-750 (МУ 5), ЛЭП-220 (МУ 6) и на контрольной территории 2 среди зоофагов преобладают эпигеобионты ходящие, видовое обилие которых колеблется от 11,63 до 25,00% (Рисунок 18). В лесах на вышеназванных территориях разнообразны стратобионты почвенные зарывающиеся и стратобионты поверхностно-подстилочные. На долю первых приходится от 16,28 до 23,08% от общего видового состава жужелиц. Видовое обилие вторых колеблется от 11,63 до 16,67%. Миксофитофаги в лесах встречаются заметно реже, а наибольшее разнообразие в этой группе наблюдается у геохортобионтов гарпалоидных, видовое обилие которых колеблется от 16,67 до 25,58%. Стратобионты скважники на исследуемых территориях немногочисленны (3,85-6,98%%). Таким образом, на лесных участках вблизи ЛЭП-750 (МУ 5), ЛЭП-220 (МУ 6) и на контрольной территории 2 каких-либо изменений в спектре жизненных форм не обнаруживается.

В экосистемах суходольных лугов на модельных участках и на контрольной территории 1 также преобладают зоофаги. Видовое обилие хищников на лугах колеблется от 58,33 до 67,85% (Таблица 8). Максимальная доля зоофагов отмечена на МУ 1 в зоне действия ЛЭП-750. Несколько меньше разнообразие хищных форм на МУ 3 (ЛЭП-750) и на контрольной территории 1, на долю которых приходится 63,33%. Минимальные показатели видового обилия зоофагов отмечены на территории МУ 2 (ЛЭП-750) и МУ 4 (ЛЭП-750).

А



Б



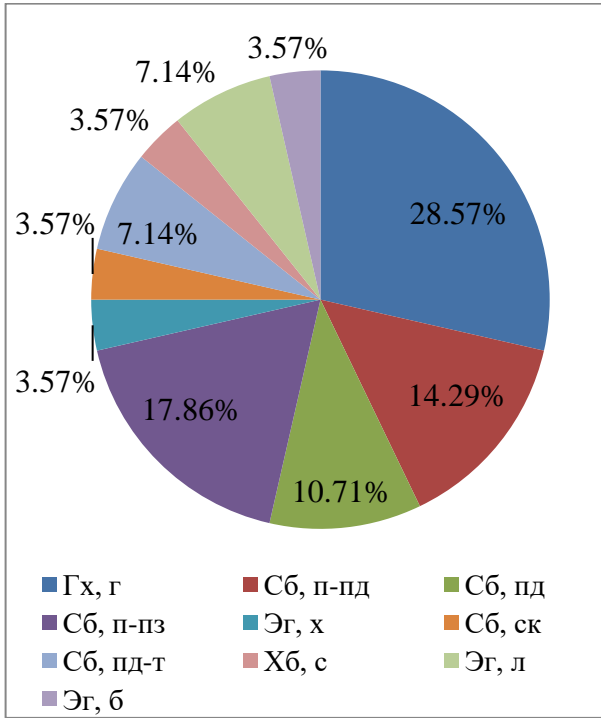
Условные обозначения: гх, г – геохортобионты гарпалоидные; сб, п-пд – стратобионты поверхностно-подстилочные; сб, пд – стратобионты подстилочные; сб, п-пз – почвенные зарывающиеся; эг, х – эпигеобионты ходящие; сб, ск – стратобионты скважиники; сб, пд-т – стратобионты подстилично-трещинные; хб, с – хортобионты стеблевые; эг, л – эпигеобионты летающие; эг, б – эпигеобионты бегающие; эгд, х – эпигеодендробионты ходящие; гб, р – геобионты роющие

Рисунок 18 – Соотношение жизненных форм жуужелиц в экосистемах широколиственных лесов в районах линий электропередач и на контрольной территории: А – «Модельный участок 5 (ЛЭП-750)», Б – «Модельный участок 6 (ЛЭП-220)», В – «Контрольная территория 2»

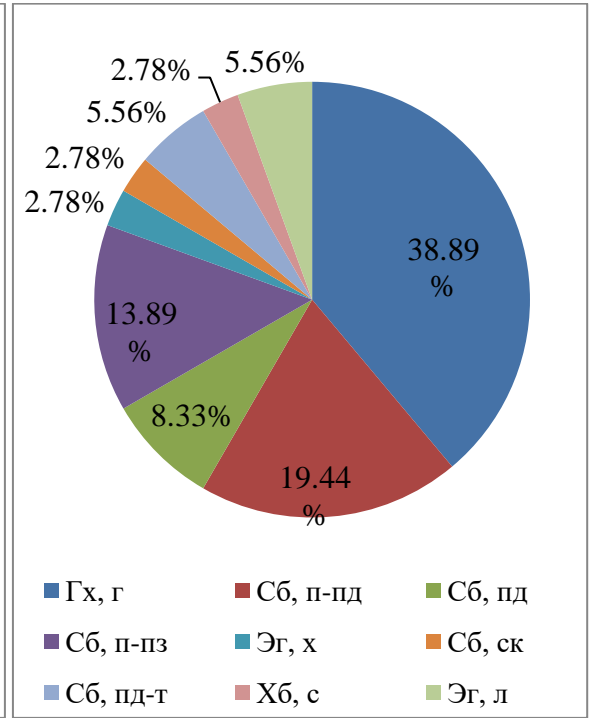
Спектр жизненных форм жужелиц на луговых участках включает 10 групп, из которых 8 групп относятся к зоофагам, а 2 к миксофитофагам. Среди хищных форм преобладают стратобионты поверхностно-подстилочные и стратобионты почвенные зарывающиеся. На долю первых приходится от 5,56 до 19,44% от общего видового состава карабидокомплекса (Рисунок 19). Видовое обилие вторых колеблется от 4,17 до 22,22%. У миксофитофагов доминируют геохортобионты гарпалоидные (28,57 – 44,44%). Стратобионты скважники на лугах немногочисленны (2,78 – 5,56%). На МУ 1 (ЛЭП-750), МУ 2 (ЛЭП-750), МУ 3 (ЛЭП-750), МУ 4 (ЛЭП-220) и на контрольной территории 1 количество жизненных форм, а также их соотношение обычно для луговых экосистем. Таким образом, на обозначенных участках нарушений в структуре жизненных форм жужелиц не наблюдается.

В целом спектр жизненных форм жужелиц в зоне действия ЛЭП и на контрольных территориях в основном является типичным для г. Тула и Тульской области. Жизненная форма является морфологическим типом приспособления организма к конкретным условиям обитания, поэтому количество форм, а также их соотношение зависит в бóльшей степени от месторасположения конкретного участка, чем от техногенного воздействия.

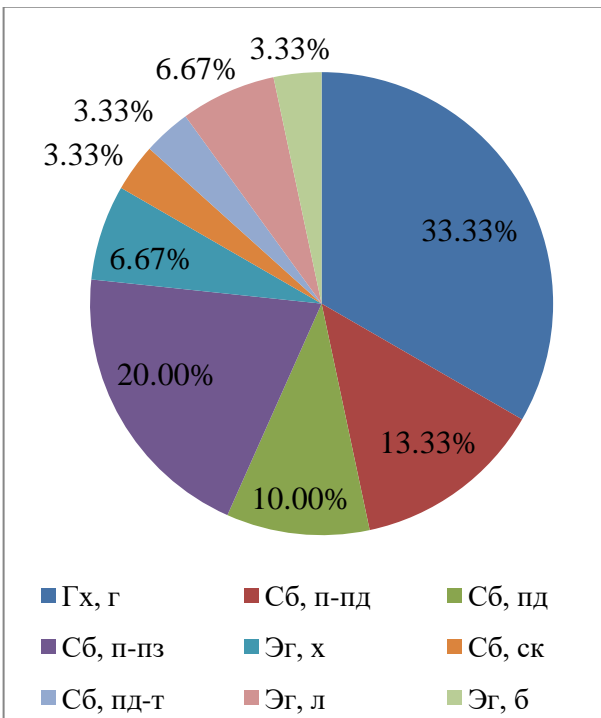
А



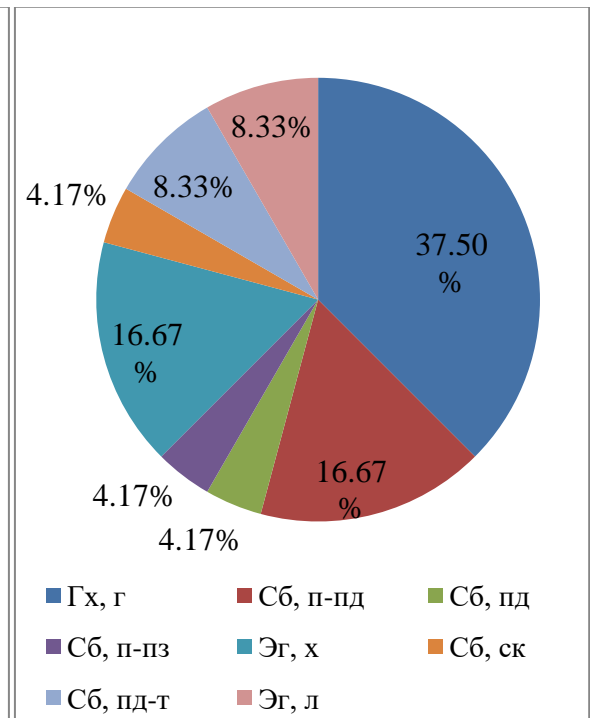
Б

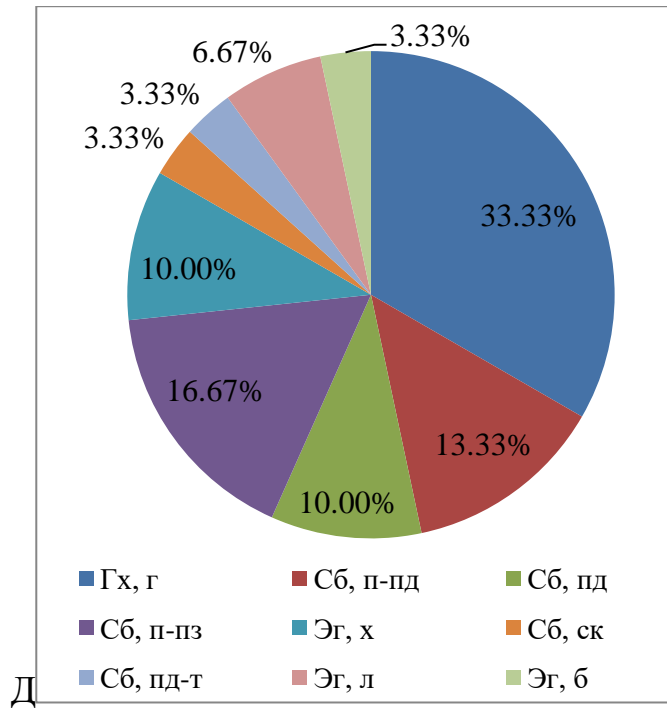


В



Г





Условные обозначения: гх, г – геохортобионты гарпалоидные; сб, п-пд – стратобионты поверхностно-подстилочные; сб, пд – стратобионты подстилочные; сб, п-пз – почвенные зарывающиеся; эг, х – эпигеобионты ходящие; сб, ск – стратобионты скважники; сб, пд-т – стратобионты подститочно-трещинные; хб, с – хортобионты стеблевые; эг, л – эпигеобионты летающие; эг, б – эпигеобионты бегающие; эгд, х – эпигеодендробионты ходящие; гб, р – геобионты роющие

Рисунок 19 – Соотношение жизненных форм жуужелиц в экосистемах суходольных лугов в районах линий электропередач и на контрольной территории: А – «Модельный участок 1 (ЛЭП-750)», Б – «Модельный участок 2 (ЛЭП-750)», В – «Модельный участок 3 (ЛЭП-750)», Г – «Модельный участок 4 (ЛЭП-220)», Д – «Контрольная территория 1»

В экосистемах широколиственных лесов заметно преобладают зоофаги, среди которых максимальным разнообразием отличаются эпигеобионты ходящие. Среди миксофитофагов наибольшее разнообразие наблюдается у геохортобионтов гарпалоидных. На луговых участках зоофаги также доминируют над миксофитофагами, однако не так сильно как в лесах. Среди жизненных форм во всех экосистемах суходольных лугов доминируют жуужелицы стратобионты поверхностно-подстилочные и геохортобионты гарпалоидные.

5.2 Морфометрическая структура отдельных представителей семейства *Carabidae* в районах линий электропередач

Качественным показателем, отражающим воздействие антропогенных факторов, могут служить размерные характеристики тела насекомого. Они являются значимыми признаками, так как способны отражать как особенности онтогенеза самого организма, так и влияние средовых факторов. Разнообразие и взаимодействие существующих экологических факторов, в том числе и антропогенного, способствуют формированию специфических вариантов морфометрической структуры популяций насекомых в различных экосистемах. В определенной степени этот факт можно использовать как индикатор состояния среды. Общеизвестно, что среди насекомых хорошие биоиндикаторные свойства присущи жужелицам (*Coleoptera, Carabidae*), обладающим большим видовым разнообразием, большой численностью и представленностью в биоценозах, а также высокой чувствительностью к различного рода воздействиям. Однако влияние антропогенного фактора на размеры жужелиц остается дискуссионной темой и многими авторами трактуется как неоднозначное (Weller, 2004; Lagisz, 2008; Суходольская, 2014).

Морфометрическая структура микропопуляций *P. cupreus*

Первым объектом исследования явилась жужелица вида *P. cupreus* (*Coleoptera, Carabidae*). Длина тела насекомого 10,5-14,0 мм. Плечевой зубчик надкрылий неясный. Голова и основание переднеспинки в ясных точках. Надкрылья несколько шире основания переднеспинки. Верх медно-красный, бронзовый, зеленый или черный с зеленым блеском, редко синий. Низ и ноги чёрные, бёдра иногда красные. Первый и второй членики усиков красные или рыжие. *P. cupreus* – палеарктический вид, распространенный практически во всех странах Европы и во многих странах Азии, в европейской части России, в Западной и Восточной Сибири (Catalogue of..., 2003). Это лугово-полевой мезофильный вид, который относится к группе

зоофагов. По известной классификации жизненных форм *P. cupreus* относится к подстилично-почвенно зарывающимся стратобионтам (Шарова, 1981).

Сбор жуков проводился на территории двух линий электропередач, а также на контрольной территории в пределах экосистем суходольных лугов, имеющих схожий фитоценоз. В зоне действия ЛЭП с напряжением 750кВ из всех исследуемых мест выбран модельный участок 1. В районе ЛЭП-220 определен модельный участок 4. Всего в ходе исследования было собранно 232 экземпляра жужелиц данного вида (Таблица 9).

Таблица 9 – Объем выборки *P. cupreus* на модельных участках

Модельный участок	Экземпляры (шт.)
ЛЭП-750 (МУ 1)	81
ЛЭП-220 (МУ 4)	75
Контрольная территория (КТ 1)	76

Примечание: МУ – модельные участки, КТ – контрольная территория

Согласно центральной предельной теореме, сумма большого количества независимых случайных величин имеет распределение близкое к нормальному. В соответствии с законом распределения Стьюдента в выборках, объем которых превышает 30 единиц, величина t распределяется нормально и приближена к таковой в генеральной совокупности. Следовательно, выборки объемом $N \geq 30$ являются статистически достоверными и могут быть использованы для статистического анализа (Лакин, 1990).

Результаты индивидуального обмера жуков вида *Poecius cupreus* (L.) на исследуемых территориях представлены в таблице 10. Анализ полученных данных позволяет утверждать, что наиболее изменчивыми являются параметры головы *P. cupreus* – ее длина и расстояние между глазами. Коэффициент их вариации составляет 14,1% и 11,2% соответственно.

Размеры головы колеблются в интервале от 1,5 до 2,8 мм при средней величине 2,0 мм. Наибольшие средние размеры длины головы отмечены на

контрольной территории и в зоне действия ЛЭП-220 – 2,0мм. В районе ЛЭП-750, где показатели электрического и магнитного полей значительно выше средняя длина головы меньше и равняется 1,9мм. На этом же участке снижены максимальные размеры описываемого параметра. В зоне действия ЛЭП-220 и на контрольной территории абсолютные максимальные значения выше. Таким образом, нельзя исключать снижения размеров признака вследствие воздействия электромагнитного излучения ЛЭП (МУ 1) (Короткова, Дубинин, 2016в, 2017г, 2020б, 2020в, 2021, 2023).

Таблица 10 – Размеры и вариабельность морфометрических показателей *P. cypreus* на модельных участках и контрольной территории г. Тула и Тульской области

Признак	Значение признака на МУ 1 (ЛЭП-750), мм	Значение признака на МУ 4 (ЛЭП-220), мм	Значение признака на КТ 1, мм	Среднее значение, мм	Коэффициент вариации (Cv), %	Ошибка средней (M), ±
Длина тела	$\frac{10,5 - 13,3}{11,6}$	$\frac{10,5 - 13,5}{11,8}$	$\frac{10,5 - 13,0}{11,7}$	11,6	7,3	0,04
Длина надкрылий	$\frac{6,5 - 8,2}{7,2}$	$\frac{6,5 - 8,3}{7,2}$	$\frac{6,7 - 8,5}{7,4}$	7,3	6,3	0,02
Ширина левого надкрылья	$\frac{1,6 - 1,9}{1,7}$	$\frac{1,6 - 2,1}{1,8}$	$\frac{1,6 - 2,0}{1,7}$	1,8	7,9	0,01
Ширина правого надкрылья	$\frac{1,6 - 1,9}{1,7}$	$\frac{1,6 - 2,1}{1,8}$	$\frac{1,6 - 2,0}{1,7}$	1,8	7,9	0,01
Длина переднеспинки	$\frac{2,1 - 2,9}{2,4}$	$\frac{2,2 - 2,7}{2,5}$	$\frac{2,2 - 2,8}{2,5}$	2,5	6,7	0,01
Ширина переднеспинки	$\frac{2,8 - 3,7}{3,3}$	$\frac{2,9 - 3,8}{3,2}$	$\frac{2,8 - 3,9}{3,2}$	3,3	7,8	0,01
Длина головы	$\frac{1,5 - 2,3}{1,9}$	$\frac{1,6 - 2,6}{2,0}$	$\frac{1,5 - 2,8}{2,0}$	2,0	14,1	0,01
Расстояние между глазами	$\frac{1,2 - 1,7}{1,5}$	$\frac{1,4 - 1,9}{1,6}$	$\frac{1,2 - 2,0}{1,6}$	1,5	11,2	0,01

Примечание: МУ – модельные участки, КТ – контрольная территория, Cv – коэффициент вариации, M – ошибка средней

Аналогичные тенденции проявляет и признак «расстояние между глазами». Так, минимальные средние размеры (1,5 мм) отмечены на участке

ЛЭП-750, максимальные – на территории с меньшим воздействием ЭМИ или с полным его отсутствием.

Остальные морфологические признаки *P. cupreus*, в том числе и общая длина тела, изменяются гораздо меньше. Коэффициенты вариации составляют 6,3-7,9%, что говорит о незначительной вариабельности признаков (Лакин, 1990). Распределение средних значений признаков *P. cupreus* по модельным участкам аналогично.

В районах с высокими значениями электрического и магнитного полей (ЛЭП-750) в половине случаев средние значения морфометрических показателей снижены по сравнению с участком ЛЭП-220 и контрольной территорией. Это отмечено для признаков «длина тела», «длина переднеспинки», «длина головы» и «расстояние между глазами». На первый взгляд результаты измерений остальных параметров выпадают из общей закономерности. Однако можно заметить, что у жуков с контрольной территории и вблизи ЛЭП-220 отмечены максимальные абсолютные значения признаков «ширина переднеспинки», «длина надкрылий», «ширина левого надкрылья» и «ширина правого надкрылья» по сравнению с особями, обитающих в зоне действия ЛЭП-750. Для последних трех признаков также характерен более широкий диапазон значений у жужелиц с контрольной территории и с участка ЛЭП-220 (Короткова, Дубинин, 2016в, 2020б, 2020в, 2021, 2023).

В ходе однофакторного дисперсионного анализа было установлено, что дисперсии выборок *P. cupreus* в зоне действия исследуемых ЛЭП и на контрольной территории по большинству морфометрических параметров однородны. Это подтверждается критерием однородности Левена (Levene's Test) (Таблица 11). Данный показатель позволяет установить, что взятые выборки являются частью одного распределения. Равенство дисперсий является необходимым условием для дальнейшего применения дисперсионного анализа (Короткова, Дубинин 2019а, 2022б, 2023).

В результате гомогенными являются выборки жуков по длине тела, длине надкрылий, ширине левого надкрылья, ширине правого надкрылья, длине переднеспинки и расстоянию между глазами.

Таблица 11 – Критерий однородности дисперсий Левена (Levene's Test) показателей морфологических признаков *P. cupreus* на модельных участках и на контрольной территории г. Тула и Тульской области

	MS эффект	MS ошибка	F	P
Длина тела	0,313832	0,151585	2,070336	0,104934
Длина надкрылий	0,109097	0,059902	1,821248	0,144054
Ширина левого надкрылья	0,015381	0,006585	2,335748	0,074598
Ширина правого надкрылья	0,015381	0,006585	2,335748	0,074598
Длина переднеспинки	0,020222	0,008319	2,430884	0,065961
Ширина переднеспинки	0,080232	0,016982	4,724425	0,003220
Длина головы	0,104139	0,020471	5,087199	0,001991
Расстояние между глазами	0,036866	0,007096	5,195182	0,001726

Для параметров «ширина переднеспинки», «длина головы» и «расстояние между глазами» критерий однородности статистически не значим ($p < 0,05$). Следовательно, можно сделать вывод о неравенстве средних значений признаков на разных территориях. К дальнейшей статистической обработке методами дисперсионного анализа эти параметры не могут быть использованы в связи с невозможностью принятия нулевой гипотезы (гомогенность дисперсий).

Таким образом, имеющаяся выборка не является гомогенной, и сравнивать все параметры не представляется возможным. Неоднородность дисперсий выборок для параметров «ширина переднеспинки», «длина головы» и «расстояние между глазами» может быть обусловлена в большой разнице в значениях морфометрических показателей и, соответственно,

особи на модельных участках и на контрольной территории имеют отличия в средних размерах (Короткова, Дубинин, 2023).

Исключая признаки «ширина переднеспинки», «длина головы» и «расстояние между глазами» данная выборка является однородной, что дает возможность получить значение критерия Фишера (F) и выделить его уровень значимости. Это в свою очередь покажет наличие или отсутствие зависимости размеров морфометрических параметров от места обитания жуков. Результаты, представленные в таблице 12, позволяют определить критерий Фишера как значимый для морфометрических параметров «длина тела» и «длина переднеспинки» ($p < 0,05$). Следовательно, результаты дают возможность отклонить нулевую гипотезу и сделать вывод, что отличия в размерах вышеназванных признаков у жужелиц напрямую связаны с их местом обитания (Короткова, Дубинин 2019а, 2022б, 2023).

Таблица 12 – Критерий Фишера (F-test) для морфологических признаков *P. cupreus* на модельных участках и на контрольной территории г. Тула и Тульской области

	Сум.кв.д. эффект	Ст.св. эффект	Ср.кв.д. эффект	Сум.кв.д. ошибки	Ст.св. ошибки	Ср.кв.д. ошибки	F	P
Длина тела	5,097002	3	1,699001	175,9123	300	0,586374	2,89747	0,035380
Длина надкрылий	1,178526	3	0,392842	47,5463	228	0,208536	1,88381	0,133082
Ширина левого надкрылья	0,082026	3	0,027342	4,4240	228	0,019404	1,40913	0,240879
Ширина правого надкрылья	0,082026	3	0,027342	4,4240	228	0,019404	1,40913	0,240879
Длина переднеспинки	0,411619	3	0,137206	6,0859	228	0,026693	5,14023	0,001856

Примечание: F – критерий Фишера; P – уровень значимости.

Для обнаружения статистически значимых различий внутри однородных выборок выполнены апостериорные сравнения с использованием критерия множественного сравнения Тьюки (Tukey's HSD test). Такой метод представляет собой попарные сравнения изучаемых групп

для выявления различий между ними. Критерий Тьюки достаточно объективен и хорош тем, что исключает появление ошибки 1 типа, когда неверно отвергается нулевая гипотеза. За исключением вышеописанных случаев выявления неоднородности (этап 1 – критерий Левена) и невозможности отклонения нулевой гипотезы (этап 2 – критерий Фишера), полученные результаты позволяют применить критерий множественного сравнения Тьюки HSD. Поскольку выборки жуков на исследуемых территориях были не равными по объему, мы использовали скорректированный критерий Тьюки (для неравных N) (Короткова, Дубинин, 2023).

В результате попарных сравнений выявлены статистически значимые различия у жужелиц по морфометрическим параметрам «длина тела» и «длина переднеспинки» (Таблица 13).

Таблица 13 – Критерий множественного сравнения Тьюки (Tukey's HSD test) для разных морфометрических параметров *P. cupreus*

Длина тела			
Место исследования	ЛЭП-750	ЛЭП-220	Контрольная территория
ЛЭП-750		0,203185	0,039814
ЛЭП-220			0,982028
Контрольная территория			
Длина переднеспинки			
Место исследования	ЛЭП-750	ЛЭП-220	Контрольная территория
ЛЭП-750		0,995657	0,002469
ЛЭП-220			0,003628
Контрольная территория			

«Длина переднеспинки» у особей *P. cupreus* с луговых участков ЛЭП-750 и ЛЭП-220 статистически достоверно отличается от особей с контрольной территории. Также статистические различия выявлены у

признака «Длина тела» между жужелицами, обитающих в зоне действия ЛЭП-750 и контрольной территорией.

В местах исследований с высокими показателями электрического и магнитного полей (территории ЛЭП) жуки *P. cupreus* имеют либо меньшие размеры, либо более узкий диапазон значений морфометрических показателей.

Статистическая обработка полученных данных методами дисперсионного анализа показала, что уже на этапе определения однородности выборки отмечена ее гетерогенность. С помощью критерия Фишера установлена зависимость величины ряда морфометрических показателей жуков от места обитания. К таковым относятся следующие параметры: «длина тела» и «длина переднеспинки».

Апостериорные сравнения однородных выборок показали, что наибольшие отличия у особей, обитающих в зоне действия ЛЭП-750 и ЛЭП-220, от особей с контрольной территории проявляются в морфологическом признаке «длина переднеспинки». Также по длине тела жуки, обитающие в районе ЛЭП-750, отличаются от жуков с контрольного маршрута (Короткова, Дубинин 2019а, 2022б, 2023).

Таким образом, исследуемые выборки жужелиц *P. cupreus* статистически достоверно отличаются по вышеназванным морфометрическим показателям. Поскольку и на модельных участках, и на контрольной территории одинаковые природные условия (рельеф местности, механический состав и тип почвы, фитоценоз), очевидно, что различия эти обусловлены влиянием электромагнитного излучения линий электропередач. В данном случае такое воздействие негативно влияет на морфометрические показатели жужелиц *P. cupreus*, снижая их.

Морфометрическая структура микропуляций *C. granulatus*

Для изучения морфометрической структуры в зонах действия ЛЭП в экосистемах широколиственных лесов нами была избрана жужелица

зернистая *C. granulatus*. Голарктический, мезофильный вид, который относится к группе зоофагов (эпигеобионт ходящий) (Шарова, 1981; Catalogue of..., 2003). Жук крупного размера 17-23 мм в длину. Верх бронзовый или медный, иногда с зеленым блеском. Имеет одногодичный цикл развития. Обитатель заболоченных лугов и светлых влажных лесов.

По аналогии с луговыми экосистемами отбор жуков произведен на территориях двух линий электропередач, а также на контрольной территории в экосистемах широколиственных лесов со схожим видовым составом растительности. Определение модельных участков вблизи ЛЭП, методика сбора жужелицы *C. granulatus*, а также статистическая обработка соответствует таковым при изучении морфометрических показателей *P. cupreus*.

Всего в ходе исследования было собранно 541 экземпляров жужелиц *C. granulatus* (Таблица 14).

Таблица 14 – Объем выборки *C. granulatus* на модельных участках

Модельный участок	Экземпляры (шт.)
ЛЭП-750 (МУ 5)	220
ЛЭП-220 (МУ 6)	220
Контрольная территория (КТ 2)	101

Примечание: МУ – модельные участки, КТ – контрольная территория.

Результаты индивидуального обмера жуков вида *C. granulatus* на исследуемых территориях представлены в таблице 15. Анализ полученных данных позволяет утверждать, что наиболее изменчивыми признаками *C. granulatus* являются длина головы и длина переднеспинки. Коэффициент их вариации составляет 8,7% и 6,8% соответственно. Хотя в целом это говорит о невысокой вариабельности, отметим, что для *P. cupreus* первый параметр также наиболее изменчив (Короткова, Дубинин, 2017д, 2020б, 2021).

Размеры головы жужелицы зернистой на изучаемых участках колеблются от 2,7 до 4,3мм при средней величине 3,3мм. Средние размеры длины головы на всех территориях приблизительно одинаковы. В зоне действия ЛЭП-750 и на контрольном маршруте этот морфометрический

параметр равен 3,4мм. В районе ЛЭП-220 средняя длина головы меньше и равна 3,3мм. Такие же тенденции проявляет и признак «длина переднеспинки». Средние значения на всех исследуемых территориях приблизительно одинаковы 4,1-4,2мм. На участке ЛЭП-220 и на контрольном участке этот морфометрический параметр равен 4,2мм. В зоне действия ЛЭП-750 средняя длина переднеспинки меньше и равна 4,1мм.

Остальные морфологические признаки *C. granulatus*, в том числе и общая длина тела, изменяются гораздо меньше. Коэффициенты вариации составляют 4,3-5,9%, что говорит о незначительной вариабельности признака (Лакин, 1990).

Таблица 15 – Размеры и вариабельность морфометрических показателей *C. granulatus* на модельных участках и контрольной территории г. Тула и Тульской области

Признак	Значение признака на МУ 5 (ЛЭП-750), мм	Значение признака на МУ 6 (ЛЭП-220), мм	Значение признака на КТ 2, мм	Среднее значение, мм	Коэффициент вариации (Cv), %	Ошибка средней (M), ±
Длина тела	$\frac{17,3 - 23,0}{19,8}$	$\frac{17,2 - 22,8}{19,7}$	$\frac{18,4 - 22,6}{19,8}$	19,7	5,5	0,04
Длина надкрылий	$\frac{10,8 - 14,3}{12,3}$	$\frac{10,8 - 14,1}{12,2}$	$\frac{11,4 - 14,0}{12,2}$	12,2	5,9	0,03
Ширина левого надкрылья	$\frac{2,1 - 3,0}{2,5}$	$\frac{2,3 - 2,9}{2,6}$	$\frac{2,3 - 2,8}{2,5}$	2,5	5,2	0,01
Ширина правого надкрылья	$\frac{2,1 - 3,0}{2,5}$	$\frac{2,3 - 2,9}{2,6}$	$\frac{2,3 - 2,8}{2,5}$	2,5	5,2	0,01
Длина переднеспинки	$\frac{3,5 - 5,3}{4,1}$	$\frac{3,2 - 5,5}{4,2}$	$\frac{3,7 - 4,9}{4,2}$	4,2	6,8	0,01
Ширина переднеспинки	$\frac{4,1 - 5,1}{4,5}$	$\frac{3,8 - 4,9}{4,5}$	$\frac{4,2 - 4,9}{4,5}$	4,5	4,3	0,01
Длина головы	$\frac{2,7 - 4,3}{3,4}$	$\frac{2,8 - 4,1}{3,3}$	$\frac{3,0 - 4,1}{3,4}$	3,3	8,7	0,01
Расстояние между глазами	$\frac{1,8 - 2,4}{2,1}$	$\frac{1,8 - 2,3}{2,1}$	$\frac{1,9 - 2,3}{2,1}$	2,1	4,9	0,00

Примечание: МУ – модельные участки, КТ – контрольная территория, Cv – коэффициент вариации, M – ошибка средней

В целом на территориях в зоне действия ЛЭП-750, ЛЭП-220 и на контрольном участке средние значения всех признаков относительно схожи.

Показатели электрического и магнитного полей вблизи ЛЭП минимальны, так как происходит частичное поглощение электромагнитных волн кронами деревьев. Именно это делает условия обитания *C. granulatus* относительно схожими с контрольной территорией вне зависимости от напряжения ЛЭП и схожим образом сказывается на морфометрических показателях.

В ходе однофакторного дисперсионного анализа было установлено, что дисперсии выборок *C. granulatus* в зоне действия исследуемых ЛЭП и на контрольной территории по большинству морфометрических параметров однородны. Это подтверждается критерием однородности Левена (Levene's Test) (Таблица 16) (Короткова, Дубинин, 2022б).

Таблица 16 – Критерий однородности дисперсий Левена (Levene's Test) показателей морфологических признаков *C. granulatus* на модельных участках и на контрольной территории г. Тула и Тульской области

	MS эффект	MS ошибка	F	P
Длина тела	1,063015	0,461324	2,30427	0,100816
Длина надкрылий	0,014721	0,181226	0,08123	0,921995
Ширина левого надкрылья	0,051581	0,004031	12,79668	0,000004
Ширина правого надкрылья	0,046767	0,003732	12,53263	0,000005
Длина переднеспинки	0,002242	0,038869	0,05767	0,943968
Ширина переднеспинки	0,000123	0,013627	0,00904	0,990999
Длина головы	0,289011	0,050613	5,71025	0,003516
Расстояние между глазами	0,001701	0,005091	0,33414	0,716101

Исключениями являются параметры «ширина левого надкрылья», «ширина правого надкрылья» и «длина головы», для которых критерий однородности статистически не значим ($p < 0,05$), а следовательно, к дальнейшей статистической обработке данный признак не может быть использован.

Неоднородность дисперсий выборок для вышеназванных параметров может быть обусловлена большой разницей в значениях признаков и, соответственно, особи на модельных участках и на контрольном участке имеют отличия в средних размерах (Короткова, Дубинин, 2022б).

Таким образом, исключая параметры «ширина левого надкрылья», «ширина правого надкрылья» и «длина головы» имеющаяся выборка является гомогенной, что позволяет вычислить значение критерия Фишера (F) и определить его уровень значимости. Результаты, представленные в таблице 17, позволяют определить критерий Фишера как значимый для всех морфометрических параметров за исключением ширины переднеспинки ($p < 0,05$). Следовательно, результаты дают возможность отклонить нулевую гипотезу и сделать вывод, что отличия в размерах большинства признаков у жувелиц напрямую связаны с их местом обитания.

Таблица 17 – Критерий Фишера (F-test) для морфологических признаков *C. granulatus* на модельных участках и на контрольной территории г. Тула и Тульской области

	Сум.кв. эффект	Ст. св. эффект	Ср.кв. эффект	Сум.кв. ошибки	Ст. св. ошибки	Ср.кв. ошибки	F	P
Длина тела	0,314317	2	0,157159	667,4161	538	1,240550	0,12668	0,881038
Длина надкрылий	0,544504	2	0,272252	267,6602	538	0,497510	0,54723	0,578872
Длина переднеспинки	0,049512	2	0,024756	47,4327	538	0,088165	0,28079	0,755296
Ширина переднеспинки	0,325395	2	0,162697	18,1837	538	0,033799	4,81372	0,008471
Расстояние между глазами	0,040437	2	0,020219	5,8087	538	0,010797	1,87264	0,154718

Примечание: F – критерий Фишера, P – уровень значимости.

Для обнаружения статистически значимых различий внутри однородных выборок выполнены апостериорные сравнения с использованием критерия множественного сравнения Тьюки (Tukey's HSD test). За исключением вышеописанных случаев выявления неоднородности (этап 1 – критерий Левена) и невозможности отклонения нулевой гипотезы

(этап 2 – критерий Фишера), полученные результаты позволяют применить критерий множественного сравнения Тьюки HSD. Поскольку выборки жуков на исследуемых территориях были не равными по объему, мы использовали скорректированный критерий Тьюки (для неравных N).

В результате попарных сравнений с помощью критерия множественного сравнения Тьюки HSD статистических значимых отличий у жужелиц с разных территорий по морфологическим признакам не обнаружены (Таблица 18).

Таблица 18 – Критерий множественного сравнения Тьюки (Tukey's HSD test) для разных морфометрических параметров *C. granulatus*

Длина тела

Место исследования	ЛЭП-750	ЛЭП-220	Контрольная территория
ЛЭП-750		0,911147	0,995669
ЛЭП-220			0,928391
Контрольная территория			

Длина надкрылий

Место исследования	ЛЭП-750	ЛЭП-220	Контрольная территория
ЛЭП-750		0,837288	0,652126
ЛЭП-220			0,872923
Контрольная территория			

Длина переднеспинки

Место исследования	ЛЭП-750	ЛЭП-220	Контрольная территория
ЛЭП-750		0,993064	0,850128
ЛЭП-220			0,809711
Контрольная территория			

Расстояние между глазами

Место исследования	ЛЭП-750	ЛЭП-220	Контрольная территория
ЛЭП-750		1,000000	0,282686
ЛЭП-220			0,282686
Контрольная территория			

В результате индивидуального обмера *C. granulatus* отмечено, что на в экосистемах широколиственных лесов на территориях ЛЭП-750, ЛЭП-220 и на контрольном маршруте особи близки в размерных характеристиках по всем морфометрическим параметрам. Участки располагаются в лесу и кроны деревьев частично поглощают электромагнитные волны. Это делает условия обитания *C. granulatus* относительно схожими вне зависимости от напряжения ЛЭП, что схожим образом сказывается на морфометрических показателях.

Таким образом, в результате изучения морфометрической структуры микропопуляции *P. supreus* в экосистемах суходольных лугов отмечается снижение размеров в зоне действия линий электропередач с напряжением 750кВ. На морфометрические показатели оказывает воздействие электромагнитное излучение ЛЭП. В экосистемах широколиственных лесов у микропопуляций *C. granulatus* изменений с морфометрической структуре не выявлены.

5.3 Морфологические аномалии жужелиц в районах линий электропередач

Как было обозначено в предыдущем разделе, в имеющемся материале на модельных участках и контрольных территориях определено 63 вида *Carabidae*, относящихся к 32 родам (Короткова, Дубинин, 2018а, 2019в, 2019г). Из них представители 36 видов (57,14%) из 21 рода в количестве 174 особей (2,82%) имели различные морфологические аномалии. Наибольшая частота аномалий отмечена для видов *P. cupreus*, *Amara aenea* (DeGeer, 1774) и *Carabus cancellatus* (Illiger, 1798. Для *P. cupreus* этот показатель составил 16,97%, для *C. cancellatus* – 12,84%, для *A. aenea* – 11,47%.

Согласно известной классификации (Присный, 2009), были выделены 2 обширные группы морфологических аномалий – механические повреждения и морфологические аномалии (тератозы).

В первую включены повреждения механического происхождения, такие как надломы, проколы, трещины, обрывы и различные деформации. Все они не связаны с загрязнением среды обитания, а являются результатом травмирующего действия на имаго, произведенного после завершения процесса склеротизации. Такие травмы могут служить для оценки рекреационной нагрузки, а также передвижения транспорта, выпаса скота. Механические повреждения были отмечены у 49 экземпляров (28,16%) *Carabidae* из 22 видов и 10 родов. Чаще всего этот вариант (25,47%) повреждений встречается у представителей рода *Poecilus*. Это, вероятнее всего, объясняется тем, что данные особи являются стратобионтами подстильно-почвенно зарывающимися, обитают, в том числе на поверхности почвы и в большей степени могут подвергаться травмирующему механическому воздействию (Короткова, Дубинин, 2018а, 2019в, 2019г).

Наиболее часто встречаемые травмы – деформации (вдавливания) – зафиксированы у 29 особей (16,66%) из 16 видов (Рисунок 20). Надломы, проколы и трещины отмечены у 26 особей (14,94%) из 13 видов, обрывы

надкрылий и крыльев – у 3 особей (1,72%) из 4 видов. Механические повреждения в данном случае можно объяснить только естественными причинами, в связи с отсутствием какого бы то ни было регулярного антропогенного прессинга на исследуемых территориях (Короткова, Дубинин, 2018а, 2019в).

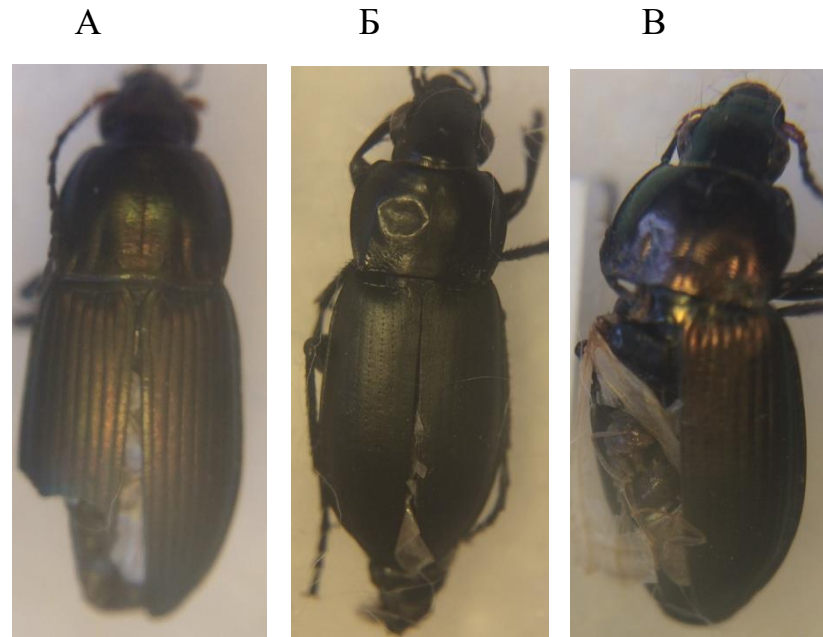


Рисунок 20 – Механические повреждения *Carabidae*: А – надлом у *P. cupreus*, Б – вдавливание у *P. punctulatus*, В – обрыв у *P. cupreus*

Вторая крупная группа морфологических аномалий формируется на преимагинальном этапе развития, что может быть результатом механического воздействия на куколку и/или результатом генетических изменений. Данная категория морфологических отклонений разнообразнее и насчитывает 7 вариантов. В имеющемся материале различают общие аномалии и уродства (Короткова, Дубинин, 2018а, 2019в).

К общим аномалиям относятся несколько вариантов тератозов. Наиболее распространено (19 особей (10,92%) у 9 видов) нарушение пигментации (Рисунок 21Г), проявляющееся как в виде общей гипомеланизации, так и в локальном отсутствии пигмента или прозрачности покровов. Это обусловлено блокировкой синтеза кутикулярного и

гиподермального пигмента в результате каких-либо мутаций, а также нехватки кислорода и гормональных нарушений. Деформации, вызванные механическим воздействием на куколку или нарушением кукольного экзuvia, отмечено у 9 особей (5,17%) из 6 видов. Одним из их проявлений является «измятость» надкрылий (Рисунок 21А) (Короткова, Дубинин, 2018а, 2019в).

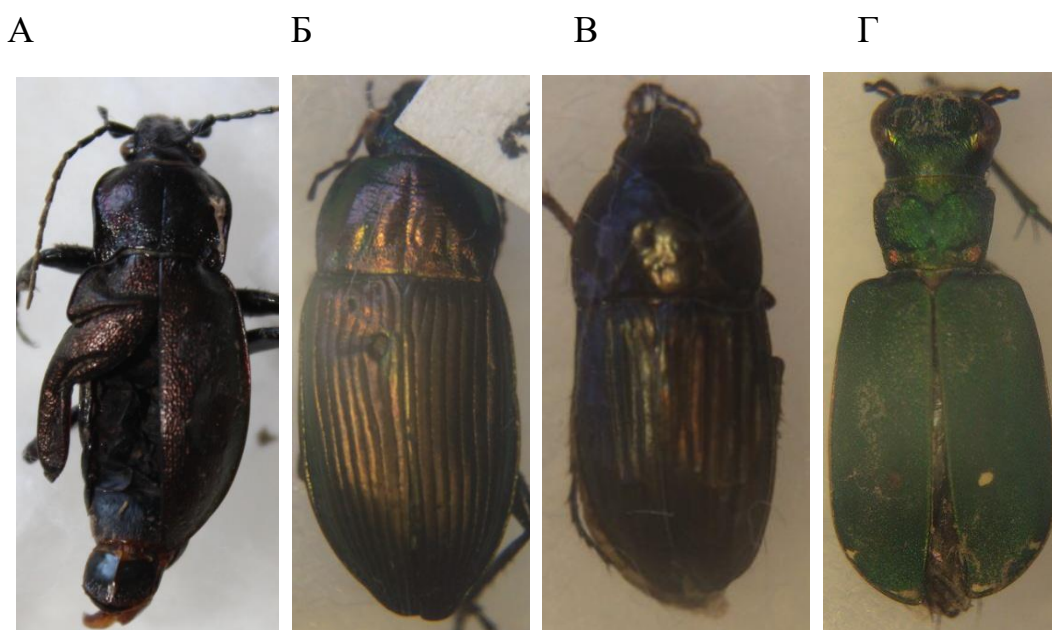


Рисунок 21 – Общие аномалии у *Carabidae*: А – деформация надкрылья у *C. nemoralis*, Б – нарушение склеротизации у *P. cupreus*, В – гипосклеротизация у *A. aenea*, Г – нарушение пигментации у *C. campestris*

Сбой синтеза хитина и процесса склеротизации, приводящие к гипосклеротизации (Рисунок 21В), встречается на изучаемых территориях реже – в 1,14% случаев (по 1 экземпляру у *A. aenea* и *P. cupreus*). Нарушение склеротизации на последних ее этапах характеризуется заживлением (затянутостью) (Рисунок 21Б). В наших исследованиях выявлена только 1 особь (0,57%) вида *P. cupreus*.

Вторая группа, отмеченная нами в составе морфологических аномалий, это уродства. В исследуемом комплексе жуужелиц отмечены аномалии покровов, к которым относятся различные опухоли: грыжи, вздутия,

морщинистость и др. (Рисунок 22А). Такая аномалия встречается у 5 экземпляров (2,87%) из 4 видов (Короткова, Дубинин, 2018а, 2019в).

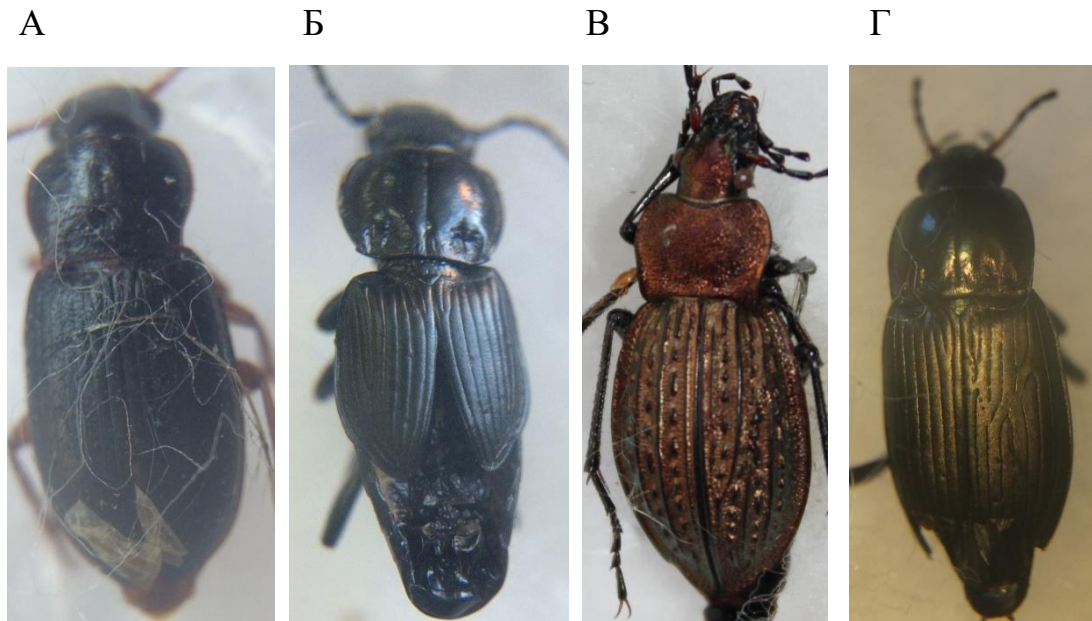


Рисунок 22 – Уродства у *Carabidae*: А – морщинистость у *H. luteicornis*, Б – брахэлитрия у *P. Melanarius*, В – аномалия жилкования у *C. cancellatus*, Г – комплексная аномалия у *P. cupreus*.

Выявлены также жуужелицы с брахэлитрией, которая характеризуется укорочением или редукцией дистальной части, что приводит к уменьшению размеров надкрылий (Рисунок 22Б). В некоторых случаях это связано с неполным расправлением надкрылий при выходе имаго из куколки. Брахэлитрия установлена у 2 экземпляров (1,14%), относящихся к 2 видам (*P. melanarius*, *P. cupreus*).

Для жуужелиц известны также аномалии жилкования, которые проявляются в результате слияния "жилковых" промежутков и в разрывах точечных бороздок (Рисунок 22В). У всех видов семейства *Carabidae* жилки надкрылий в норме не ветвятся, что подтверждается ходом трахей, расположенных в "жилковых промежутках". В результате исследований было обнаружено 86 особей (49,42%) из 21 вида с аномальным жилкованием. Таким образом, данная форма аномалий является самой распространенной. Для 3 особей (1,72%), относящихся к 3 видам (*P. cupreus*, *A. dorsalis*,

Harpalus distinguendus (Duftschmid, 1812)), были выявлены случаи комплексных аномалий (Рисунок 22Г) (Короткова, Дубинин, 2018а, 2019в).

В экосистемах суходольных лугов в зоне действия ЛЭП и на контрольной территории 1 доля особей *Carabidae* с морфологическими аномалиями колеблется от 1,81 до 3,24% (Таблица 19). Максимальная их встречаемость отмечена в зоне действия ЛЭП-750 (МУ 1, МУ 2 и МУ 3) – 100 экземпляров (3,24%). Достаточно многочисленны травмы механического характера (вдавливания, обрывы, надломы). Они отмечены у 32 экземпляров (32,00%) жувелиц, относящихся к 9 видам (Короткова, Дубинин, 2018а, 2019в).

Таблица 19 – Относительная встречаемость морфологических аномалий у жувелиц (*Carabidae*) на модельных участках и на контрольных территориях г. Тула и Тульской области, %

Морфологические аномалии		Встречаемость, %					
Тип	Вариант	ЛЭП-750, луг	ЛЭП-220, луг	ЛЭП-750, лес	ЛЭП-220, лес	КТ, луг	КТ, лес
Механические	Вдавливания	16,00		14,29	18,18	8,33	
	Обрывы	3,00					
	Проколы, надломы, трещины	13,00		14,29	9,09	16,67	9,09
Тератозы							
	Немеханические деформации	5,00		7,14	3,03		
	Повреждения до завершения склеротизации				3,03		
	Гипосклеротизация	2,00					
	Нарушение пигментации	13,00	50,00		6,06	8,33	9,09
Уродства	Аномалии покровов	5,00					
	Брахэлитрия	1,00					9,09
	Нарушение жилкования	39,00	50,00	64,29	60,61	66,67	72,73
Комплексные аномалии	Пигментация+ жилкование	1,00					
	Деформация+ жилкование	1,00					
	Брахэлитрия+ жилкование	1,00					
ИТОГО доля особей с морфологическими аномалиями, %		3,24	2,11	2,54	3,39	1,28	2,52

Примечание: КТ – контрольные территории

Среди общих аномалий наиболее распространено нарушение пигментации, которое отмечено для 13 особей (13,00%) у 5 видов. Различные

немеханические деформации тела выявлены у 5 представителей (5,00%) *Carabidae*, относящихся к 3 видам. Гипосклеротизация отмечена у 2 особей (2,00%) из 2 видов. Среди уродств наиболее распространенным вариантом является нарушение жилкования. Данный тератоз отмечен у 39 экземпляров (39,00%) жуужелиц, относящихся к 9 видам. С аномалиями покровов (морщинистость и вздутость) вблизи ЛЭП-750 найдено 5 особи (5,00%) из 3 видов. Также 1 жуужелица (1,00%) *P. cupreus* обнаружена с брахэлитрией. Отметим, что на данной территории найдены 3 особи с комплексными аномалиями (3,00%).

В зоне действия ЛЭП-220 (МУ 4) обнаружено 4 особи (2,11%) с морфологическими аномалиями, относящихся к 4 видам жуужелиц. Механических повреждений у жуужелиц на данной территории не отмечено. Среди тератозов выделено 2 варианта: нарушение пигментации и нарушение жилкования. С первым видом найдено 2 особи (50,00%), относящиеся к *A. dorsalis* и *Cylindera germanica* (Linnaeus, 1758). Нарушение жилкования отмечено у 2 экземпляров (50,00%) у 2 видов (*P. cupreus* и *Poecilus lepidus* (Leske, 1785)).

Наименьшая доля особей с морфологическими аномалиями в экосистемах суходольных лугов отмечена на контрольной территории 1. Всего обнаружено 12 представителей (5 видов) *Carabidae* с аномалиями, что составляет 1,28% от общего числа на КТ 1. Механические повреждения выявлены у 3 особей (25,00%) из 3 видов. Общие аномалии представлены только 1 вариантом – нарушением пигментации, который обнаружен у 1 экземпляра (8,33%) *C. campestris*. Среди уродств наиболее распространенным и единственным видом аномалий является нарушение жилкования. На контрольной территории 1 выявлено 8 особей (66,67%) из 3 видов с данным тератозом.

На лесных участках доля особей *Carabidae* с морфологическими аномалиями колеблется от 2,52 до 3,39% (Таблица 20). Максимальная их встречаемость выделена на модельном участке 6, где отмечено 33

представителя (3,39%) *Carabidae* с морфологическими аномалиями из 11 видов *Carabidae*. Значительный процент особей с аномалиями связан с высоким общим проективным покрытием на данной территории. Механические повреждения встречаются у 9 особей (27,27%), относящихся к 5 видам. Общие аномалии представлены 3 вариантами. С нарушением пигментации установлено 2 экземпляра (6,06%) вида *Badister bullatus* (Schrank, 1798). С немеханической деформацией переднеспинки, а также с повреждением до завершения склеротизации найдено по 1 жужелице (3,03%). Оба варианта обнаружены у *P. cupreus*. Единственным вариантом уродств на МУ 6 является нарушение жилкования, которое встречается у 20 особей (60,61%), относящихся к 5 видам.

В зоне действия ЛЭП-750 (МУ 5) выявлено 14 жужелиц (2,54%) с разными морфологическими аномалиями. Механические повреждения встречаются у 4 экземпляров (3 вида), что составляет 28,58% от общей доли аномалий. Общие аномалии и уродства представлены по 1 варианту для каждого из типов. В первом случае это немеханическая деформация надкрылья у *C. nemoralis* (7,14%). Во втором – нарушение жилкования, выявленное у 9 особей (64,29%) из 4 видов.

Наименьшая доля особей с морфологическими аномалиями в экосистемах широколиственных лесов отмечена на контрольной территории 2. Всего обнаружено 11 экземпляров (7 видов) *Carabidae* с аномалиями, что составляет 2,52% от общего числа на КТ 2. Механические повреждения выявлены у 1 особи (9,09%) *C. nemoralis*. Общие аномалии среди жужелиц на контрольной территории 2 представлены 1 экземпляром (9,09%) с нарушением пигментации. Среди уродств наиболее распространенным вариантом аномалий является нарушение жилкования, которое найдено у 8 экземпляров (72,73%) жужелиц, относящихся к 5 видам. Также на КТ 2 выявлена 1 особь (9,09%) *P. melanarius* с брахэлитрией.

Наибольшее количество вариантов (9) морфологических аномалии среди *Carabidae* отмечено на территории ЛЭП-750 в луговой экосистеме

(Таблица 20). Наименьшее их количество (2) обнаружено в районе ЛЭП-220 на лугу (МУ 4).

В экосистемах суходольных лугов максимальная доля особей с морфологическими аномалиями (3,24%) отмечена на территории ЛЭП-750. На других луговых участках эти значения меньше. В зоне действия ЛЭП-220 доля особей с аномалиями равняется 2,11%, на контрольной территории 1 – 1,28% (Короткова, Дубинин, 2019в).

Таблица 20 – Встречаемость морфологических аномалий у жуужелиц (*Carabidae*) на модельных участках и на контрольных территориях г. Тула и Тульской области

Количественные показатели морфологических аномалий	ЛЭП-750, луг	ЛЭП-220, луг	ЛЭП-750, лес	ЛЭП-220, лес	КТ, луг	КТ, лес
Количество вариантов морфологических аномалий	9	2	4	6	5	4
Доля особей с морфологическими аномалиями, %	3,24	2,11	2,54	3,39	1,28	2,52
<i>В том числе:</i>						
доля особей с механическими повреждениями, %	1,04	–	0,72	0,92	0,32	0,69
доля особей с общими аномалиями и уродствами (тератозы), %	2,20	2,11	1,82	2,47	0,96	1,83

Примечание: КТ – контрольные территории

В экосистемах широколиственных лесов максимальная доля особей с морфологическими аномалиями (3,39%) отмечена на территории ЛЭП-220. На участке ЛЭП-220 и контрольной территории 2 эти показатели примерно одинаковы и имеют значения 2,54% и 2,52% соответственно.

Качественный и количественный анализ морфологических аномалий (общих аномалий и уродств) жуужелиц позволил оценить качество среды на модельных участках и на контрольных территориях. Оценка состояния исследуемых территорий проводилась с использованием методики экспресс-оценки состояния среды по 5-ти балльной шкале (Присный, 2009).

Таблица 21 – Оценочная шкала качества среды на основе частот появления морфологических аномалий у жужелиц (*Carabidae*) на модельных участках и на контрольных территориях г. Тула и Тульской области

Доля особей с морфологическими аномалиями, %*	Баллы	Характеристики состояния среды обитания
<1,70	I	Отличное / до слабого загрязнения
1,71-2,55	I-II	Хорошее / умеренное загрязнение
2,56-3,40	II	
3,41-4,25	II - III	Удовлетворительное / критическое загрязнение
4,26-5,10	III	
5,11-5,95	III - IV	Плохое / сильное загрязнение
5,96-6,80	IV	
6,81-7,65	IV - V	Очень плохое / очень сильное загрязнение
>	V	

Примечание: * - морфологические аномалии групп «общие аномалии» и «уродства»

Доля особей с общими аномалиями и уродствами на всех территориях лежит в интервале от 0,96 до 2,47%% (Таблица 21). Максимальный показатель отмечен в экосистеме широколиственного леса в зоне действия ЛЭП-220 (2,47%), что по приведенной шкале соответствует I-II баллам, а качество среды на этом участке можно оценить как «хорошее» (Таблица 21). В пределах остальных лесных территорий доля особей с общими аномалиями и уродствами меньше. В зоне действия ЛЭП-750 этот показатель равен 1,82, на контрольной территории – 1,83%. Качество среды на этих участках можно оценить как «хорошее» (Короткова, Дубинин, 2019в).

В экосистемах суходольных лугов доля особей с общими аномалиями и уродствами колеблется от 0,96 до 2,20%%. На территориях ЛЭП-750 и ЛЭП-220 эти показатели относительно схожи. В первом случае доля особей с тератомами составляет 2,20%, во втором – 2,11%, что согласно приведенной шкалы соответствует I-II баллам, а качество среды оценивается как «хорошее». На контрольной территории 1 на суходольном лугу показатель жужелиц с общими аномалиями и уродствами заметно ниже и равен 0,96%. Таким

образом, на данном участке качество среды можно оценить как «отличное» (I балл).

Исследования карабидокомплекса позволило выявить 10 вариантов морфологических аномалий. Наибольшее их количество отмечено в зоне действия линий электропередач с напряжением 750кВ в экосистемах суходольных лугов (9 вариантов). Анализ частоты встречаемости морфологических аномалий жуужелиц на изучаемых модельных участках и контрольных территориях позволяет установить, что максимальное число особей жуужелиц с морфологическими аномалиями (3,39%) присутствует в зоне ЛЭП-220 в экосистеме широколиственного леса. Значительный процент особей с аномалиями связан с высоким общим проективным покрытием на данном участке. Значительный показатель особей с терратозами отмечен в экосистемах суходольных лугов на территории ЛЭП-750 – 3,24%. На контрольных территориях доля особей с морфологическими аномалиями меньше. На лесном участке этот показатель имеет значение 2,52%, на луговом – 1,28%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам многолетних исследований (2014-2021 гг.) дана оценка биоразнообразию насекомых на территориях ЛЭП, расположенных на суходольных лугах и в широколиственных лесах г. Тула и Тульской области. Охарактеризованы трофические и зоогеографические характеристики, а также гигропреферендум насекомых. На территориях, находящихся под воздействием линий электропередач, отмечены изменения в морфометрических показателях *P. cupreus*.

1. Видовой состав насекомых территорий ЛЭП, расположенных на суходольных лугах и в широколиственных лесах характеризуется высоким разнообразием и насчитывает 421 вид, относящихся к 9 отрядам и 102 семействам. Наибольшим числом видов отличаются отряды *Coleoptera* (271 вид, 64,30% видового обилия) и *Lepidoptera* (41 вид, 10,92% видового обилия). Видовой состав насекомых и их распространение на исследуемых территориях зависит от экологических условий конкретных экосистем и показателей электромагнитного поля ЛЭП. Значительное сходство видового состава отмечено для трёх луговых участков в зоне действия ЛЭП-750 (индекс Ратледжа 104,19-127,98). Наименьшее сходство таксономического состава выделено для трёх луговых территорий в районе ЛЭП-750 и лесного участка в зоне действия ЛЭП-220 (индекс Ратледжа 186,56-197,27).

2. На территориях ЛЭП, расположенных на суходольных лугах и в широколиственных лесах выявлено 6 трофических групп насекомых. Преобладают фитофаги – 237 видов (56,29% видового обилия). Зоофаги представлены 98 видами (23,28%), сапрофаги – 33 видами (7,84%), миксофаги – 32 видами (7,60%), паразиты – 11 видами (2,61%), микофаги – 10 видами (2,38%). Зоогеографическая характеристика насекомых на территориях ЛЭП суходольных лугов и широколиственных лесов представлена 8 группами видов насекомых с разным типом ареала.

Преобладают виды с транспалеарктическим типом (167 видов, 39,67%) и голарктическим типом (63 вида, 14,97%) ареалов. Гигропреферендум насекомых на территориях ЛЭП суходольных лугов и широколиственных лесов насчитывает 4 экологические группы. Доминируют мезофилы – 353 вида (83,85% видового обилия). Гигрофилы представлены 46 видами (10,92%), ксерофилы – 20 видами (4,75%), гидрофилы – 2 видами (0,48%).

3. Наиболее изменчивыми морфологическими признаками *P. cupreus* на территориях ЛЭП в экосистемах суходольных лугов являются «длина головы» и «расстояние между глазами» (коэффициент вариации 14,1% и 11,2%). Наиболее изменчивыми морфологическими признаками *C. granulatus* на территориях ЛЭП в экосистемах широколиственных лесов являются «длина головы» и «длина переднеспинки» (коэффициент вариации 8,7% и 6,8%). Воздействие напряжения электромагнитного поля ведет к уменьшению размеров морфологических признаков *P. cupreus*, что математически подтверждено результатами дисперсионного анализа. Причем обнаружена прямая зависимость уменьшения указанных признаков от величины напряжения ЛЭП.

4. На территориях ЛЭП-750, расположенных на суходольных лугах доля особей с общими аномалиями и уродствами составляет 2,20%, на территории ЛЭП-220 – 2,11%, на контрольной территории – 0,96%. На территориях ЛЭП-750, расположенных в широколиственных лесах доля особей с общими аномалиями и уродствами составляет 1,82%, на территории ЛЭП-220 – 2,47%, на контрольной территории – 1,83%. В луговых экосистемах частота появления аномалий у представителей карабидокомплекса зависит от напряжения электромагнитного поля ЛЭП, что проявляется больше, чем в лесных экосистемах.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ЛЭП – линии электропередач
ЭМИ – электромагнитное излучение
ЭМП – электромагнитное поле
ЭП – электрическое поле
МП – магнитное поле
СНЧ – сверхвысокочастотный
В/м – вольт на метр
А/м – ампер на метр
кВ – киловольт
мм – миллиметр
см – сантиметр
м – метр
км – километр
м² - квадратный метр
РФ – Российская федерация
АО – акционерное общество
ПАО – публичное акционерное общество
ПО – производственное объединение
НПО – научно-производственное объединение
ФКП – федеральное казенное предприятие
АЭС – атомная электростанция
ГРЭС – государственная районная электростанция
ТЭЦ – теплоэлектроцентраль
СанПиН – санитарные правила и нормы
МУ – модельный участок
КТ – контрольная группа
пос. – поселок
с. – село
д. – деревня

г. – город

шт. – штук

% – проценты

ОПП – общее проективное покрытие

β_R – индекса β -разнообразия Ратледжа

H' – индекса α -разнообразия Шеннона

E – показатель выравненности Пиелу

D – индекс доминирования Симпсона

C_v – коэффициент вариации

P – уровень значимости

F – Критерий Фишера

MS эффект – межгрупповой разброс дисперсии

MS ошибка – внутригрупповой разброс дисперсии

Tukey's HSD test – Критерий множественного сравнения Тьюки

M – Ошибка выборки

ЖФ – жизненная форма

з – зоофаги

м – миксофитофаги

эг – эпигеобионты

сб – стратобионты

эгд – эпигеодендробионты

гб – геобионты

гх – геохортобионты

хб – хортобионты

л – летающие

п-пд – поверхностно-подстилочные

х – ходящие

р – роющие

б – бегающие

п-пз – подстильно-почвенные зарывающиеся

ПД – подстилочные

Г – гарпалоидные

СК – скважники

С – стеблевые

ПД-Т – подстилично-трещинные

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абакарова, М. А. Фенологические исследования медоносных пчел / М. А. Абакарова, И. А. Агабалаев // Вестник Социально-педагогического института. – 2021. – №. 3 (39). – С. 22-27.
2. Абдурахманов, Ш. Г. Зоогеографическая характеристика жуков-дровосеков Республики Дагестан / Ш. Г. Абдурахманов // Юг России: экология, развитие. – 2013. – №. 1. – С. 43-52.
3. Абдурахманов, Г. М. Зоогеографическая характеристика совков (Lepidoptera, Noctuidae) прибрежных и островных экосистем Северо-западного Каспия / Г. М. Абдурахманов, А. Г. Абдурахманов, Н. С. Курбанова, Н. М. Меликова, Б. М. Курамагомедов // Юг России: экология, развитие. – 2013. – №. 2. – С. 48-65.
4. Автаева, Т. А. Жужелицы как биоиндикаторы загрязнения почв в условиях г. Грозного / Т. А. Автаева // LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. – с. 164.
5. Алалыкина, Н. М. Фауна жужелиц (Coleoptera, Carabidae) Кировской области и возможность использования данных в оценке экологического состояния ее территории / Н. М. Алалыкина, Л. Г. Целищева // Вестник института биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН. – 2005. – №. 2. – С. 16-21.
6. Алексанов, В. В. Изучения прямокрылообразных урбанизированных территорий / В. В. Алексанов // Рецензенты: С. М Заикин, кандидат педагогических. – 2007. – с. 152.
7. Алексанов, В. В. Влияние урбанизации на сообщества жужелиц (Coleoptera, Carabidae) широколиственных лесов Калужской области / В. В. Алексанов, С. К. Алексеев, М. Н. Сионова // Проблемы региональной экологии. – 2010. – №. 5. – С. 69-77.
8. Алексеев, С. К. Список жужелиц (COLEOPTERA: CARABIDAE) широколиственных лесов заповедника "Калужские засеки" и прилегающих территорий / С. К. Алексеев, М. П. Шашков // История изучения природы заповедника «Калужские засеки». – 2002. – С. 103-108.
9. Алексеев, С. К. Пространственно-экологическая характеристика жужелиц (Coleoptera: Carabidae) лесов Калужской области [Текст]: дис.....канд. биол. наук / Алексеев Сергей Константинович. – Калуга, 2007. – 132 с.

10. Андреев, А. В. Оценка биоразнообразия, мониторинг и экосети / А. В. Андреев // Кишинев: Biotica. – 2002. – с. 167.
11. Аникин, В. В. Обследование состояния энтомофауны в зоне влияния ЛЭП-500 / В. В. Аникин, Г. В. Шляхтин // Электромагнитная безопасность. Проблемы и пути решения: материалы науч.-практич. конф. – Саратов: Изд-во СГУ, 2000. – С. 3–6.
12. Антонов, В. И. Эффективность опыления пчёлами клевера лугового / В. И. Антонов, Н. А. Ларетин, Т. И. Волкова // Кормопроизводство. – 2016. – №. 4. – С. 34-38.
13. Анциферов, А. Л. Экологическое разнообразие лесного населения жуужелиц (COLEOPTERA, CARABIDAE) и его изменение в условиях вырубки и дальнейшего лесовозобновления / А. Л. Анциферов // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Биология и экология. – 2017. – №. 1. – С. 86-99.
14. Атанасян, Т. К. Определение содержания тяжелых металлов в почве и организме насекомых Московской области / Т. К. Атанасян, С. А. Муравьева, А. В. Стрючкова // Социально-экологические технологии. – 2019. – №. 4. – С. 502-515.
15. Ахметова, Л. А. Жесткокрылые насекомые трибы Aphodiini (COLEOPTERA, SCARABAEIDAE) России [Текст]: дис.....канд. биол. наук / Ахметова Лилия Агдасовна. – Санкт-Петербург, 2010. – 299 с.
16. Банников, А. Г. Основы экологии и охрана окружающей среды. 4-ое изд. перераб. и доп. – М.: Колос, 1999 – 304 с.
17. Барашкова, А. И. Зоогеографическая характеристика фауны слепней (Diptera, Tabanidae) Центральной Якутии / А. И. Барашкова, А. Д. Решетников // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2018. – Т. 20. – №. 2-1. – С. 95-100.
18. Барыбкина, М. Н. Коллапс медоносных пчел – глобальная проблема современности / М. Н. Барыбкина // ВИНТИ РАН. – 2019. – 31 с.
19. Басов, Б. М. Поведение стерляди *Acipenser ruthenus* и русского осетра *A. gueldenstaedtii* в электрических полях низких частот / Б. М. Басов // Вопросы ихтиологии. – 1999. – Т. 39. – № 6. – С. 819-824.
20. Басов, Б. М. Об электрических полях линий электропередач и восприятии их пресноводными рыбами / Б. М. Басов // Вопросы ихтиологии. – 2007. – Т. 47. – №. 5. – С. 694-699.

21. Бей-Биенко, Г. Я. Определитель насекомых Европейской части СССР: в 5 т. Т.1. Низшие, древнекрылые, с неполным превращением / Г. Я. Бей-Биенко – М.: Наука, –1964. –936 с.
22. Бей-Биенко, Г. Я. Определитель насекомых Европейской части СССР: в 5 т. Т.2. Жескоккрылые и веероккрылые / Г. Я. Бей-Биенко – М.: Наука, – 1965. –666 с.
23. Бей-Биенко, Г. Я. Определитель насекомых Европейской части СССР: в 5 т. Т.4. Чешуеккрылые. Первая часть / Г. Я. Бей-Биенко - М.: Наука, – 1978. – 712 с.
24. Белицкая, М. Н. Трофическая структура филофагов в насаждениях *ulmaseae* урбанизированной территории / М. Н. Белицкая, О. С. Филимонова // Биологическое разнообразие – основа устойчивого развития. – 2018. – С. 56-60.
25. Белов, А. Н. Изменчивость параметров распределения элементарных популяций непарного шелкопряда в дубравах Приволжской возвышенности / А. Н. Белов // Лесохозяйственная информация. – 2011. – №. 2. – С. 19-29.
26. Белова, Ю. Н. Фауна и население жужелиц (Coleoptera, Carabidae) лесных экосистем на территории Вологодской области / Ю. Н. Белова // Вологодский государственный университет, 2014. – 124 с.
27. Бельская, Е. А. Изменение размерной структуры сообществ жужелиц при техногенной трансформации лесных экосистем / Е. А. Бельская, М. П. Золотарев // Экология. – 2017. – №. 2. – С. 107-115.
28. Бессолицына, Е. П. Влияние металлургического предприятия на состояние мезонаселения почв степных геосистем / Е. П. Бессолицына, И. В. Балязин // География и природные ресурсы. – 2009. – №. 4. – С. 44-49.
29. Беспалов, А. Н. Жуки-жужелицы (Coleoptera, Carabidae) как природный индикатор процессов развития биоценоза золоотвалов твёрдотопливной теплоэлектростанции на примере ТЭЦ№ 5 (Новосибирск) / А. Н. Беспалов, И. П. Беланов // Почвы и окружающая среда. – 2020. – Т. 3. – №. 4. – С. 73-82.
30. Блинников, В. И. Влияние интенсивного движения колесного транспорта по полю на крупных почвенных беспозвоночных / В. И. Блинников, Н. И. Куликов // Проблемы почвенной зоологии. Тбилиси: Мецннераба. – 1987. – С. 38-39.
31. Богодухов, П. М. Биоразнообразие энтомофауны в санитарно-защитной зоне Волгоградского алюминиевого завода / П. М. Богодухов //

Вестник Волжского университета им. ВН Татищева. – 2013. – Т. 1. – №. 4 (14). – С. 4-10.

32. Болотов, И. Н. Видовой состав жужелиц (Coleoptera, Carabidae) Соловецких островов / И. Н. Болотов, Н. А. Зубрий, Е. П. Цыварева, Н.С. Христофорова // Arctic Environmental Research. – 2011. – №. 2. – С. 45-52.

33. Борисенко, М. И. Экологические аспекты энтомофауны внутриквартальных насаждений г. Тулы. [Текст]: дис.....канд. биол. наук / Борисенко Марина Ивановна. – Тула, 2005. – 183 с.

34. Бражников, А. М. Воздействие ЛЭП сверхвысокого и ультравысокого напряжения на окружающую среду / А. М. Бражников, В.С. Стариков // Уральская горная школа-регионам. – 2016. – С. 248-249.

35. Булохова, Н. А. Видовой состав и структура населения жужелиц (Coleoptera Carabidae) в пойменных экосистемах на Юго-Западе России / Н. А. Булохова // Вестник Брянского государственного университета. – 2010. – №. 4. – С. 123-127.

36. Булохова, Н. А. Карабидокомплекс (Coleoptera, Carabidae) суходольных лугов Брянской области / Н. А. Булохова // Разнообразие растительного мира. – 2016. – №. 2 (8). – С. 44-47.

37. Булухто, Н. П. Жужелицы города Щекино в условиях различной антропогенной нагрузки / Н. П. Булухто, А. А. Короткова, Р. О. Бутовский // Материалы по результатам международного научно-практического семинара «Экологически устойчивое развитие. Рациональное использование природных ресурсов». – 2009. – С. 59-63.

38. Булухто, Н. П. Пилильщики г. Тулы и Тульской области. / Н. П. Булухто, А. А. Короткова // Тула: ТГПУ им. Л. Н. Толстого. – 2011. – с. 141.

39. Булухто, Н. П. Тульские засеки: Современные аспекты фауны / Н. П. Булухто, А. А. Короткова, С. Н. Мамонтов, Н. Б. Никитский, О. В. Швец // Directmedia, 2015 – 204 с.

40. Бурова, О. В. Учебные материалы по географии Тульской области / О. В. Бурова, Е. Л. Горбунов, Ж. Н. Шалимова // М.: Изд-во МГУ. – 2003. –56 с.

41. Бутовский, Р. О. Устойчивость комплексов почвообитающих членистоногих к антропогенным воздействиям. [Текст]: дис.....д-ра. биол. наук / Бутовский Руслан Олегович. – Москва, 2001. – 401 с.

42. Бухкало, С. П. Фауна и зоогеографическая характеристика жужелиц (Coleoptera, Carabidae) центральной части южной тайги Западной

Сибири / С. П. Бухкало, Н. В. Алемасова, Е. В. Сергеева // Эвразиатский энтомол. журнал. – 2010. – Т. 9. – Вып. 4. – С. 616-624.

43. Бывальцев, А. М. Зоогеографический анализ фауны шмелей (Hymenoptera: Apidae, Bombini) лесостепной и степной зон Западно-Сибирской равнины / А. М. Бывальцев // Чтения памяти Алексея Ивановича Куренцова. – 2011. – №. 22. – С. 218-226.

44. Важенина, Н. В. Экология жувелиц (Coleoptera, Carabidae) лесов южной тайги Западной Сибири / А. Н. Важенина // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2013. – №. 10. – С. 77-82.

45. Важенина, Н. В. Эколого-биотопическое распределение жувелиц (Coleoptera, Carabidae) в травянистых сообществах южной тайги Западной Сибири / Н. В. Важенина // Региональные геосистемы. – 2014. – Т. 27. – №. 10 (181). – С. 75-82.

46. Васильева, Е. Г. Влияние высоко и низкочастотного электромагнитных полей на насекомых (на примере *Drosophila melanogaster*) / Е. Г. Васильева // Вестник Астраханского государственного технического университета. – 2008. – №. 3. – С. 182-185.

47. Вертянкин, А. В. Новые находки жувелиц (Coleoptera, Carabidae) на островах Сахалин и Монерон / А. В. Вертянкин, Г. Ш. Лафер // Эвразиатский энтомологический журнал. – 2012. – Т. 11, вып. 5. – С. 433-436.

48. Вертянкин, А. В. Предварительные данные о населении и структуре доминирования жувелиц (Coleoptera, Carabidae) некоторых луговых биотопов Южного Сахалина / А. В. Вертянкин, С. А. Шабалин // Чтения памяти Алексея Ивановича Куренцова. – 2013. – №. 24. – С. 179-188.

49. Вихрева, Д. В. Население жувелиц лугов Архангельска и его пригорода / Д. В. Вихрева, Н. А. Зубрий, Б. Ю. Филиппов, О. Д. Ковалёв // Арктические исследования: от экстенсивного освоения к комплексному развитию. – 2018. – С. 238-242.

50. Вихрева, Д. В. Влияние экологических факторов на структуру населения жувелиц лугов города и пригорода Архангельска / Д. В. Вихрева, Н. А. Зубрий, Б. Ю. Филиппов, О. Д. Ковалёв // Эвразиатский энтомологический журнал. – 2019. – Т. 18. – №. 1. – С. 1-10

51. Власов, О. П. Диана 2000. Комплексный динамический анализ данных с помощью системы Диана – 2000. – М., 2000. – 128 с.

52. Воронин, А. Г. Распределение жужелиц (Coleoptera, Carabidae) различных экологических групп по лесолуговому экотону / А. Г. Воронин, Л. Н. Чумаков // Экология. – 2015. – №. 6. – С. 470-470.
53. Воронова, В. В. Влияние различных типов линий электропередачи на гибель птиц в Центральном Казахстане / В. В. Воронова, Г. И. Пуликова, К. К. Ким, Е. В. Андреева, В. Р. Беккер, Т. Айтбаев // Пернатые хищники и их охрана. – 2012. – №. 24. – С. 52-61.
54. Галиновский, Н. Г. Видовой состав и экологическая структура карабидокомплексов отвалов фосфогипса ОАО" Гомельский химический завод" / Н. Н. Галиновский, А. Н. Крицкая // Вестник БГУ. Серия 2, Химия. Биология. География. – 2014. – № 2. – С.44-49
55. Гашев, С. Н. Влияние воздушных линий электропередач на сообщества мелких млекопитающих / С.Н. Гашев, Л. В. Пахомова // М-лы Междунар. совещания «Териофауна России и сопред. Территорий». Москва, 6-7 февраля 2003. М.: ВТО РАН, 2003. С. 91-92.
56. Глазунова, Н. Н. Роль погодных условий в регуляции численности популяций пьявицы красногрудой (*Oulema melanopus* L.) в агробиоценозе озимой пшеницы / Н. Н. Глазунова, Ю. А. Безгина, А. Н. Шипуля, Е. В. Волосова, Е. В. Пашкова // Земледелие. – 2021. – №. 3. – С. 36-39.
57. Голиков, В. И. Экологические особенности опыления подсолнечника пчелиными / В. И. Голиков // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2008. – №. 2. – С. 27-29.
58. Голиков, В. И. Экологические основы опыления некоторых полевых и плодовых культур пчелиными в Северо-Западном Предкавказье / В. И. Голиков. – ООО ДиректМедиа, 2020. – с. 203.
59. Голуб, В. Б. Формирование биогеографической структуры полужесткокрылых насекомых (HETEROPTERA) ландшафтов заповедника «Галичья гора» в условиях современных климатических изменений / В. Б. Голуб, А. В. Петрова, В. А. Соболева // ББК 26.237 Г54. – 2019. – С. 40-43.
60. Горбунов, Е. Л. Физическая география Тульской области / Е. Л. Горбунов. – Тула : Пересвет, 2002. – 224 с.
61. Гордеева, М. А. Влияние электромагнитных полей на растительные и животные организмы [Текст]: дис.....канд. биол. наук / Гордеева Мария Андреевна. – Тюмень, 2013. – 198 с.

62. Гордиенко, Т. А. Влияние антропогенной трансформации луговых экосистем национального парка " Нижняя Кама" на сообщества наземных и почвенных беспозвоночных / Т. А. Гордиенко, Д. Н. Вавилов, Р. А. Суходольская, Ю. А. Лукьянова // Российский журнал прикладной экологии. – 2017. – №. 3. – С. 7-11.
63. Гордиенко, Т. А. Влияние урбанизации на сообщество подстилочных беспозвоночных на примере г. Казани / Т. А. Гордиенко, Н. Р. Водунон, Д. Н. Вавилов // Ответственный редактор. – 2019. – С. 165-169.
64. Горностаев, Г. Н. Определитель отрядов и семейств насекомых фауны России. / Г.Н. Горностаев // М.: ИК Лотос, 1999. — 159 с.
65. Гринько, Р. А. Динамика экологической структуры популяций жуужелиц зональных и интразональных экосистем при разной степени их изоляции [Текст]: дис.....канд. биол. наук / Гринько Раиса Анатольевна. – Казань, 2002. – 179 с.
66. Грюнталь, С. Ю. Жуужелицы (Coleoptera, Carabidae) как индикаторы рекреационного воздействия на лесные экосистемы / С. Ю. Грюнталь, Р. О. Бутовский // Энтотомол. обозр. – 1997. – Т. 76. – № 3. – С. 547-554 .
67. Грюнталь, С. Ю. Организация сообществ жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) лесов Восточно-Европейской (Русской) равнины. [Текст]: дис.....д-ра. биол. наук / Грюнталь Сергей Юрьевич. – Москва, 2010. – 378 с.
68. Гусева, О. Г. Стафилиниды (Coleoptera, Staphylinidae) в условиях антропогенной трансформации агроландшафтов на Северо-Западе России / О. Г. Гусева // Энтотомологическое обозрение. – 2020. – Т. 99. – №. 4. – С. 845-858.
69. Дорохов, К. В. Влияние антропогенных воздействий на динамику трофической структуры и плотности мезофауны / К. В. Дорохов, В. П. Шелухо // Лесной вестник/Forestry bulletin. – 2014. – Т. 18. – №. 4 (104). – С. 103-111.
70. Дорохов, К. В. Сравнительное влияние антропогенных факторов на состав, трофическую структуру и плотность мезофауны / К. В. Дорохов, В. П. Шелухо, Г. А. Кистерный // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2016. – №. 5 (353). – С. 9-21.
71. Дорофеев, Ю. В. Структура населения жуужелиц (COLEOPTERA, CARABIDAE) урбанизированного ландшафта Северной лесостепи Центральной России [Текст]: дис.....канд. биол. наук / Дорофеев Юрий Владимирович. – Москва, 1995. – 377 с.

72. Дорофеев, Ю. В. Жужелицы (Hexapoda: Coleoptera: Carabidae) Тульской области. Дополнение 4 / Ю. В. Дорофеев // Исследования природы Тульской области и сопредельных территорий. Сб. науч. тр. Вып. 1. Тула: Гриф и К. С. – 2008. – С. 33–37.

73. Дорофеев, Ю. В. Влияние рекреации на популяции жужелиц (Coleoptera, Carabidae) широколиственных лесов Тульской области: численность и половая структура / Ю. В. Дорофеев, А. А. Евсюнин // Известия Тульского государственного университета. Естественные науки. – 2013. – №. 3. – С. 276-286.

74. Дубинин, М. С. Карабидофауна территорий линий электропередач в Тульской области / М. С. Дубинин // Исследовательский потенциал молодых ученых: взгляд в будущее: Сборник материалов XI Региональной научно-практической конференции аспирантов, соискателей, молодых ученых и магистрантов. Тула: Изд-во, ТГПУ им. Л. Н. Толстого, 2015. – С. 109-112.

75. Дубинин, М. С. Морфометрические параметры отдельных видов жужелиц в зоне действия ЛЭП / М. С. Дубинин // Университет XXI века: научное измерение: Материалы научной конференции научно-педагогических работников, аспирантов, магистрантов ТГПУ им. Л. Н. Толстого. – Тула: изд-во ТГПУ им. Л.Н.Толстого, 2021. – С. 167-169. № госрегистрации 0321903628.

76. Дудко, Р. Ю. Фауна и зоогеографическая характеристика жужелиц (Coleoptera, Carabidae) Новосибирской области / Р. Ю. Дудко, И. И. Любечанский // Евразийский энтомологический журнал. – 2002. – Т. 1. – Вып. 1. – С. 30-45.

77. Дюрэн, Б. Кластерный анализ / Б. Дюрэн, П. Оделл // М.: статистика. – 1977. – Т. 128. – с. 105.

78. Ельникова, Ю. С. Эколого-фаунистическая характеристика насекомых-дендрофагов в насаждениях урбанизированных территорий г. Волгограда / Ю. С. Ельникова // Ученые записки Орловского государственного университета. Серия: Естественные, технические и медицинские науки. – 2012. – №. 3. – С. 98-102.

79. Ельникова, Ю. С. Эколого-фаунистическая характеристика насекомых-дендрофагов в насаждениях урбанизированных территорий г. Волгограда. [Текст]: дис.....канд. биол. наук / Ельникова Юлия Сергеевна. – Орел, 2012. – 202 с.

80. Еремеева, Н. И. Структура и экологические механизмы формирования мезофауны членистоногих урбанизированных территорий: на примере г. Кемерово. [Текст]: дис.....д-ра. биол. наук / Еремеева Наталья Ивановна. – Кемерево, 2006. – 298 с.

81. Еремеева, Н. И. Реакции полужесткокрылых насекомых на факторы городской среды / Н. И. Еремеева // Ecology and development of society № 2-3 (8) 2013. – С. 54-57

82. Ермаков, А. И. Изменение структуры населения жужелиц лесных экосистем под действием токсической нагрузки / А. И. Ермаков // Экология. – 2004. – №. 6. – С. 450-455.

83. Еськов, Е. К. Реакции пчел на атмосферерики и электрические поля промышленной частоты / Е.К. Еськов, В.А.Тобоев. — Оренбург: ОГУ, 2008. – Т. 123, № 3. – С. 265-274.

84. Еськов, Е. К. Воздействие искусственно генерируемых электромагнитных полей на биологические объекты / Е. К. Еськов, В. А. Тобоев // Вестник Чувашского университета. – 2008. – № 2. – С. 28-36.

85. Еськов, Е. К. Фауна просек высоковольтных линий электропередач / Е. К. Еськов, В. А. Карев // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2009. – Т. 11. – № 1-1. – С. 127-132.

86. Еськов, Е. К. Генерация, восприятие и использование медоносной пчелой электрических полей / Е. К. Еськов // Научное обозрение. Биологические науки. – 2016. – №. 1. – С. 51-56.

87. Еськов, Е. К. Закономерности изменчивости асимметричности ячеек сот и крыльев у медоносной пчелы и бумажных ос / Е. К. Еськов, М. Д. Еськова, В. А. Тобоев //Успехи современной биологии. – 2017. – Т. 137. – № 2. – С. 216-224.

88. Жевновская, А. Н. Видовое разнообразие мелких млекопитающих в зоне воздействия электромагнитного поля промышленной частоты / А. Н. Жевновская, С. Н. Гашев // Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование. – 2011. – №. 12. – С. 90-97.

89. Исаева, И. Н. Эколого-фаунистический обзор населения жужелиц (Coleoptera, Carabidae) урболандшафтов города Самары / И. Н. Исаева // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14. – №. 1-1. – С. 132-138.

90. Канагина, И. Р. Различия морфометрических показателей жужелицы выпуклой обитающей на лугу и в лесу / И. Р. Канагина //

Костанайский инженерно-экономический университет им. М. Дулатова. – 2015. – С. 128-131.

91. Карев, В. А. Привлекательность просек воздушных линий электропередачи для гнездования птиц / В.А. Карев // Вестник охотоведения. – 2017. – Т. 14. – №. 4. – С. 228-236.

92. Карев, В. А. Влияние электромагнитных полей воздушных линий электропередачи на животных / В. А. Карев // Вестник охотоведения. – 2018. – Т. 15. – №. 2. – С. 105-111.

93. Картавых, Т. Н. Влияние электромагнитного поля ЛЭП на популяционные характеристики двустворчатых моллюсков в реке Сок / Т. Н. Картавых // Вестник СамГУ–Естественнонаучная серия. – 2002. – №. 4. – С. 171-176.

94. Кетенчиев, Х. А. Эколого-фаунистический и зоогеографический анализ стрекоз (Odonata) степной зоны Северного макросклона Центрального Кавказа / Х. А. Кетенчиев, С. Г. Козьминов, Л. Ш. Амхаева, З. Х. Гемуева // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2018. – Т. 20. – №. 5-3. – С. 433-441.

95. Киселев, С. В. Экологические аспекты энтомофауны промышленных зон г. Тулы [Текст]: дис.....канд. биол. наук / Киселев Сергей Викторович. – Тула, 2005. – 178 с.

96. Клаусницер, Б. Экология городской фауны. – М.: Мир, 1990. – 246 с.

97. Клемина, И. Е. Эколого-фаунистический анализ комплексов полужесткокрылых (Hemiptera, Heteroptera) природных и антропогенных ландшафтов Южного Урала. [Текст]: дис.....канд. биол. наук / Клемина Ирина Евгеньевна. – Нижневартовск, 2003. – 177 с.

98. Клитин, А. К. О фаунистических комплексах жужелиц рода *Carabus* (Coleoptera, Carabidae) в лесных и луговых ценозах острова Сахалин / А. К. Клитин // Вестник Сахалинского музея. – 2005. – № 12. – С. 370-382.

99. Коваль, А. Г. Жуки-шелкуны (Coleoptera, Elateridae) в агроландшафтах Северо-Запада России / А. Г. Коваль, О. Г. Гусева // Энтомологическое обозрение. – 2019. – Т. 98. – №. 3. – С. 530-540.

100. Козырев, А. В. К познанию фауны жужелиц (Coleoptera, Carabidae) Северного Урала / А. В. Козырев, А. И. Ермаков // Проблемы региональной экологии. – 1998. – №. 5. – С. 64-67.

101. Конакова, Т. Н. Разнообразие и экология герпетобионтных жесткокрылых (Coleoptera: Carabidae, Staphylinidae) в лесах подзоны средней

тайги Республики Коми [Текст]: дис.....канд. биол. наук / Конакова Татьяна Николаевна. – Сыктывкар, 2012. – 193 с.

102. Кондратьева, А. М. Аномалии усиков у клопа-кружевницы *Tingis cardui* (L.) (Heteroptera, Tingidae). / А. М. Кондратьева, В. Б. Голуб, Е. В. Аксёненко // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический, – 2014. – Т. 119. – № 1. – С. 25-27.

103. Контарь, А. А. Использование электромагнитной энергии СВЧ диапазона в технологиях обработки семян и зерна / А. А. Контарь, Н. Н. Кухтина // Наукові праці [Одеської національної академії харчових технологій]. – 2009. – №. 36 (1). – С. 249-253.

104. Короткевич, М. А. Оценка воздействия кабельных линий электропередачи на окружающую среду / М. А. Короткевич, С. Н. Азаров // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. – 2019. – Т. 62. – №. 5. – С. 422-432.

105. Короткова, А. А. Системные механизмы адаптации энтомокомплекса в урбанистических условиях. [Текст]: дис.....д-ра. биол. наук / Короткова Анна Альбертовна. – Тула, 2004. – 361 с.

106. Короткова А. А. Анализ трофической структуры энтомокомплексов с использованием регрессионных моделей / А. А. Короткова, Н. П. Булухто, С. Н. Мамонтов // Многомасштабное моделирование структур и нанотехнологии: Материалы междунар. науч.-практ. конф., посвященной 190-летию со дня рождения акад. П.Л. Чебышева, 100-летию со дня рождения акад. С.В. Вонсовского и 80-летию со дня рождения чл.-кор. В.А. Буравихина. – Тула: Изд-во Тул.гос.пед.ун-та им. Л.Н. Толстого, 2011. – С. 200-203.

107. Короткова, А. А. Трофическая структура энтомофауны в районах линий электропередач в Тульской области / А. А. Короткова, М. С. Дубинин // Известия ТулГУ. Естественные науки. Вып. 3. Тула: Изд-во ТулГУ. – 2015. – С. 284-291.

108. Короткова, А. А. Зоогеографическая характеристика энтомофауны в районах линий электропередач в Тульской области / А. А. Короткова, М. С. Дубинин // Известия ТулГУ. Естественные науки. Вып. 1 Тула: Изд-во ТулГУ, 2016а. – С. 72-76.

109. Короткова, А. А. Моделирование трофической структуры элементов энтомофауны / А. А. Короткова, Н. П. Булухто, С. Н. Мамонтов, М. С. Дубинин // Моделирование структур, строение вещества,

нанотехнологии: Сборник материалов III Международной научной конференции. Тула: Изд-во, ТГПУ им. Л. Н. Толстого, 2016б. – С. 259-262.

110. Короткова, А. А. Морфометрическая структура *Poecilus cupreus* L. в зоне действия ЛЭП-750 / А. А. Короткова, М. С. Дубинин // Известия ТулГУ. Естественные науки. Вып. 4 Тула: Изд-во ТулГУ, 2016в. – С. 117-124.

111. Короткова, А. А. Насекомые в районах линий электропередач в Тульской области / А. А. Короткова, М. С. Дубинин // Актуальные проблемы экологии: Сборник научных статей по материалам XI международной научно-практической конференции. Гродно: ГрГУ, 2016г. – С. 104-105.

112. Короткова, А. А. Гигропреферендум насекомых на территории ЛЭП в Тульской области / А. А. Короткова, М. С. Дубинин // Университет XXI века: научное измерение: Материалы научной конференции научно-педагогических работников, аспирантов, магистрантов ТГПУ им. Л. Н. Толстого. – Тула: изд-во ТГПУ им. Л.Н.Толстого, 2017а. – С. 370-371. № госрегистрации 0321903628.

113. Короткова, А. А. Жизненные формы жужелиц в районах линий электропередач в Тульской области / А. А. Короткова, М. С. Дубинин // Зоологические чтения: Сборник статей международной научно-практической конференции. Гродно: ГрГУ, 2017б. – С. 102-103.

114. Короткова, А. А. К вопросу о фенотипической изменчивости *Leptinotarsa decemlineata* Say. в зоне влияния ЛЭП / А. А. Короткова, М. С. Дубинин // Известия ТулГУ. Естественные науки. Вып. 4 Тула: Изд-во ТулГУ. – 2017в. – С. 41-45.

115. Короткова, А. А. Моделирование влияния электромагнитного излучения ЛЭП на размеры *Poecilus cupreus* L. / А. А. Короткова, М. С. Дубинин // Многомасштабное моделирование структур, строение вещества, наноматериалы и нанотехнологии: Сборник материалов IV междунар. конф. / Под. общ. ред. В.А.Панина. Тула: Изд-во Тул. гос. пед. ун-та им. Л. Н. Толстого, 2017г. – С. 168-171.

116. Короткова, А. А. Морфометрическая структура микропопуляций *Sarabus granulatus* L. в районах линий электропередач в Тульской области / А. А. Короткова, М. С. Дубинин // Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. Вып. 3. Воронеж: Изд-во ВГУ. – 2017д. – С. 58-61.

117. Короткова, А. А. О морфологических аномалиях жужелиц на территориях ЛЭП в Тульской области / А. А. Короткова, М. С. Дубинин //

Известия ТулГУ. Естественные науки. Вып. 3 Тула: Известия ТулГУ. Естественные науки. Вып. 3 Тула: Изд-во ТулГУ. – 2018а. С. 124-128.

118. Короткова, А. А. Редкие виды жесткокрылых в районах линий электропередач Тульской области / А. А. Короткова, М. С. Дубинин // Актуальные вопросы биогеографии: Материалы Международной конференции (Санкт-Петербург, Россия, 9–12 октября 2018 г.). – СПб: Изд-во СПбГУ, 2018б. – С. 211-213.

119. Короткова, А. А. Дисперсионный анализ морфометрических показателей *Poesilus surpeus* (L.) в районах линий электропередач в Тульской области / А. А. Короткова, М. С. Дубинин // Естественные и гуманитарные науки в современном мире: материалы всероссийской научно-практической конференции, 23-24 апреля 2019 г., Орел: Изд-во ОГУ, 2019а. – С. 66-73.

120. Короткова, А. А. Карабидофауна в районах линий электропередач в Тульской области / А. А. Короткова, М. С. Дубинин // Зоологические чтения: Сборник статей международной научно-практической конференции, 20-22 марта 2019 г., Гродно: Изд-во: ГрГУ имени Янки Купалы. 2019б. С. – 140-141.

121. Короткова, А. А. Морфологические аномалии жуужелиц в районе линий электропередач в Тульской области / А. А. Короткова, М. С. Дубинин // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2019в. – № 3 (27). – С. 34–42.

122. Короткова, А. А. О реакции насекомых на воздействие ЛЭП / А. А. Короткова, М. С. Дубинин // Университет XXI века: научное измерение: Материалы научной конференции научно-педагогических работников, аспирантов, магистрантов ТГПУ им. Л. Н. Толстого. – Тула: изд-во ТГПУ им. Л.Н.Толстого, 2019г. С. – 484-486. № госрегистрации 0321903628.

123. Короткова, А. А. Биоразнообразии пилильчиков антропогенно нарушенных территорий г. Тулы и окрестностей / А. А. Короткова, М. С. Дубинин // Университет XXI века: научное измерение: Материалы научной конференции научно-педагогических работников, аспирантов, магистрантов ТГПУ им. Л. Н. Толстого. – Тула: изд-во ТГПУ им. Л.Н.Толстого, 2020а. – С. 206-207. № госрегистрации 0321903628.

124. Короткова, А. А. Вариабельность морфометрических признаков отдельных видов *Carabidae* / А. А. Короткова, М. С. Дубинин // Университет XXI века: научное измерение: Материалы научной конференции научно-педагогических работников, аспирантов, магистрантов ТГПУ им. Л. Н.

Толстого. – Тула: изд-во ТГПУ им. Л.Н.Толстого, 2020б. – С. 208-210. № государственной регистрации 0321903628.

125. Короткова, А. А. Морфометрическая структура микропопуляций *Poecilus cupreus* (L.) в районах линий электропередач в Тульской области / А. А. Короткова, М. С. Дубинин // Пространственно-временные аспекты функционирования биосистем: Сборник материалов XVI Международной научной экологической конференции, посвященной памяти Александра Владимировича Присного, 24-26 ноября 2020 г., Белгород: Изд-во БГНИУ. 2020в. – С. 204-208.

126. Короткова, А. А. Об энтомофауне антропогенно нарушенных территорий г. Тулы и окрестностей / А. А. Короткова, М. С. Дубинин // Пространственно-временные аспекты функционирования биосистем: Сборник материалов XVI Международной научной экологической конференции, посвященной памяти Александра Владимировича Присного, 24–26 ноября 2020 г., Белгород: Изд-во БГНИУ, 2020г. – С. 209-212.

127. Короткова, А. А. Видовой состав энтомофауны на территориях ЛЭП в Тульской области / А. А. Короткова, М. С. Дубинин // Организмы, популяции и сообщества в трансформирующейся среде: сборник материалов XVII Международной научной экологической конференции (г. Белгород, 22–24 ноября 2022 г.) / Под ред. Ю.А. Присного. – Белгород: ИД «БелГУ» НИУ «БелГУ», 2022а. – С. 86-89.

128. Короткова, А. А. Оценка техногенного воздействия ЛЭП на морфометрическую структуру жужелиц методами дисперсионного анализа / А. А. Короткова, М. С. Дубинин // Университет XXI века: научное измерение: Сборник материалов научной конференции научно-педагогических работников, аспирантов, магистрантов ТГПУ им. Л.Н. Толстого. – Тульский государственный педагогический университет им. Л. Н. Толстого. – Тула: изд-во ТГПУ им. Л.Н.Толстого, 2022б. – С. 138-140. № государственной регистрации 0321903628.

129. Короткова, А. А. Влияние электромагнитного излучения ЛЭП на морфометрические показатели жужелицы *Poecilus cupreus* (Coleoptera, Carabidae) / А. А. Короткова, М. С. Дубинин // Экосистемы. – 2023. – № 1. – С. 78–87.

130. Корсакова, С. П. Фенотипическая пластичность развития стадий жизненного цикла *Cydalima perspectalis* Walker в условиях Крыма / С. П. Корсакова, А. К. Шармагий // Биология растений и садоводство: теория, инновации. – 2021. – №. 3 (160). – С. 63-75.

131. Крыжановский, О. Л. Состав и распространение энтомофаун земного шара. – Litres, 2022. – 213 с.
132. Куберская, О. В. Население жужелиц (Coleoptera, Carabidae) белоберезовых лесов Нижнего Приамурья / О. В. Куберская // Чтения памяти Алексея Ивановича Куренцова. – 2013. – №. 24. – С. 189-199.
133. Куприн, А. В. Влияние температуры на развитие ксилобионтных жесткокрылых на примере *Callipogonrelictus* (COLEOPTERA: CERAMBYCIDAE, PRIONINAE) / А. В. Куприн, Ди Ам И // Чтения памяти Алексея Ивановича Куренцова. – 2019. – №. 30. – С. 115-121.
134. Кузнецов, Д. Ю. Кластерный анализ и его применение / Д. Ю. Кузнецов, Т. Л. Трошина // Ярославский педагогический вестник. – 2006. – №. 4. – С. 103-107.
135. Лакин, Г.Ф. Биометрия. – М.: «Высшая школа», 1990. – 351 с.
136. Лакотко, А. А. Вырубки под линии электропередач в сосновых лесах Белорусского Поозерья–как места обитания жужелиц (Coleoptera, Carabidae) / А. А. Лакотко, Г. Г. Сушко // Журнал Белорусского государственного университета. Экология – 2021. – № 1. – С. 15-28.
137. Магомедова, А. А. Зоогеографический анализ совок рода *AUTOPHILA* (LEPIDOPTERA: NOLIDAE, EREBIDAE, NOCTUIDAE) Дагестана / А. А. Магомедова // Редакционная коллегия. – 2017. – С. 453-455.
138. Мамаев, Б. М. Определитель насекомых европейской части СССР: Учеб. пособие для студентов биол. специальностей пед. ин-тов / Б. М. Мамаев, Л. Н. Медведев, Ф. Н. Правдин. – Москва: Просвещение, 1976. – 303 с.
139. Мамонтов, С. Н. Новые находки редких видов насекомых в Тульской области за последние 10 лет / С. Н. Мамонтов, М. С. Дубинин // Известия ТулГУ. Естественные науки. Вып. 4. Тула: Изд-во ТулГУ. – 2022. – С. 54-58.
140. Минец, М. Л. Изменчивость фенетических и морфологических характеристик популяций жужелицы *Sarabus hortensis* L.(Coleoptera, Carabidae) на территории Беларуси / М. Л. Минец // Вестник Белорусского государственного университета. Сер. 2, Химия. Биология. География. – 2003. – № 3. – С. 53-58.
141. Назаренко, В. Ю. Морфологические аномалии у долгоносиков подсемейства *Molytinae* (Coleoptera, Curculionidae) / В. Ю. Назаренко // Український ентомологічний журнал. – 2014. – № 1. – С. 69-72

142. Нагуманова, Н. Г. Изменение эколого-фаунистических особенностей населения мезопедобионтов под воздействием выпаса скота / Н. Г. Нагуманова // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. – 2005. – №. 2. – С. 5-7.

143. Нестерков, А. В. Изменение структуры населения беспозвоночных-хортобионтов под действием выбросов медеплавильного завода / А. В. Нестерков, Е. Л. Воробейчик // Экология. – 2009. – №. 4. – С. 303-313.

144. Огороков, М. В. Экология чешуекрылых (Lepidoptera) урбанизированных экосистем г. Тулы [Текст]: дис.....канд. биол. наук / Огороков Максим Владимирович. – Тула, 2005. – 304 с.

145. Олейникова, Т. Ю. Влияние электромагнитного излучения на жизненный цикл насекомых (на примере *Drosophila melanogaster*) / Т. Ю. Олейникова // Естественные науки. – 2011. – №. 2. – С. 200-203

146. Олейникова, Т. Ю. Воздействие электромагнитного поля на плодовитость насекомых (на примере *Drosophila melanogaster*) / Т. Ю. Олейникова, И. В. Мельник // Вестник Астраханского государственного технического университета. – 2011. – №. 1 – С. 17-19.

147. Павлов, В. С. Биометрические показатели имаго усача *Monochamus uralensis* (FISCH.) / В. С. Павлов // Современные проблемы и перспективы рационального лесопользования в условиях рынка. – 2007. – С. 72-74.

148. Плавильщиков, Н. Н. Наши насекомые: Краткий определитель наиболее обычных насекомых европейской части Союза ССР / Н. Н. Плавильщиков – М.: Гос. уч.-пед. изд-во НАРКОМПРОСА РСФСР. – 1940. – 387 с.

149. Постановление Правительства Российской Федерации № 270 от 18.02.2023 г. «О порядке установления охранных зон объектов электросетевого хозяйства и особых условий использования земельных участков, расположенных в границах таких зон». – 2023. – 9 с.

150. Пресман, А. С. Электромагнитные поля и живая природа. – Рипол Классик, 2013. – 296 с.

151. Приложение. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 "Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов" (новая редакция) [Электронный ресурс]. Режим доступа:

<http://base.garant.ru/12158477/b89690251be5277812a78962f6302560/#friends>

(Дата обращения: 15.03.2023).

152. Присный, Ю. А. Использование частот появления морфологических аномалий у жесткокрылых насекомых (Insecta, coleoptera) в локальном мониторинге. дис. ... канд. биол. наук / Присный Юрий Александрович. - Белгород, 2009а. - 238 с.

153. Присный, Ю. А. Классификация морфологических аномалий жесткокрылых насекомых (Coleoptera) / Ю. А. Присный // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2009б. – Т. 9. – №. 11

154. Протасов, А. А. Биоразнообразие и его оценка. Концептуальная диверсиконология. Киев: Ин-т гидробиологии НАН Украины, 2002. – 105 с.

155. Регламент радиосвязи. Статьи. Регламент конвенции международного союза электросвязи (ITU). – Женева: Швейцария. – 2014. – 424 с.

156. Рогатных, Д. Ю. Жужелицы (Coleoptera, Carabidae) окрестностей г. Благовещенска / Д. Ю. Рогатных // Животный мир Дальнего Востока. – 2002. – С. 79-92.

157. Родионов, Л. А. Мобильная СВЧ-установка для борьбы с колорадским жуком / Л. А. Родионов, С. С. Нутманов // Материалы 64-й студенческой научно-практической конференции инженерного факультета ФГБОУ ВО «Самарский Государственный Аграрный Университет». – 2019. – С. 118-124.

158. Романкина, М. Ю. Структурная организация населения жужелиц пойменных и суходольных лугов Тамбовской области, как индикатор качества природной среды / М. Ю. Романкина // Вестник российских университетов. Математика. – 2014. – Т. 19. – №. 5. – С. 1344-1346.

159. Романкина, М. Ю. Структурная организация населения жужелиц (Coleoptera, Carabidae) пойменных лугов Тамбовской области / М. Ю. Романкина, Ю. А. Федулова // Наука и Образование. – 2019. – Т. 2. – №. 4. – С. 42-51.

160. Ручин, А. Б. Жужелицы (Coleoptera, Carabidae) луговых биоценозов Мордовии / А. Б. Ручин, С. К. Алексеев, А. О. Артаев // Молодой ученый. – 2014. – №. 8. – С. 383-387.

161. Ручин, А. Б. Сезонная динамика численности жужелиц (Coleoptera, Carabidae) лесных биоценозов Мордовского заповедника.

Сообщение 1. Род *Carabus* / А. Б. Ручин, С. К. Алексеев, О. Н. Артаев // Молодой ученый. – 2014. – №. 19. – С. 135-137.

162. Ручин, А. Б. К фауне жужелиц (Coleoptera, Carabidae) вторичных лесов Мордовии / А. Б. Ручин, С. К. Алексеев // Молодой ученый. – 2015. – №. 23. – С. 407-412.

163. Ручин, А. Б. Сезонная динамика численности жужелиц (Coleoptera, Carabidae) лесных биоценозов Мордовского заповедника. Сообщение 2. Род *Platynus* и *Pterostichus* / А. Б. Ручин, С. К. Алексеев, О. Н. Артаев // Молодой ученый. – 2015. – №. 6. – С. 329-331

164. Ручин, А. Б. Сезонная динамика численности жужелиц (Coleoptera, Carabidae) лесных биоценозов Мордовского заповедника. Сообщение 3. Рода *Nagpalus*, *Agonum*, *Oxypselaphus*, *Amara* и *Loricera* / А. Б. Ручин, С. К. Алексеев, О. Н. Артаев // Молодой ученый. – 2015. – №. 9. – С. 483-485.

165. Ручин, А. Б. Жужелицы Мордовского заповедника (аннотированный список видов) / А. Б. Ручин, Л. В. Егоров, С. К. Алексеев, О. Н. Артаев. – Москва: Флора и фауна заповедников. Вып. 127, 2016. – 36 с.

166. Сабанцев, Д. Н. Особенности трофической структуры мезофауны почв сосновых лесов в градиенте антропогенного воздействия / Д. Н. Сабанцев, Т. А. Гордиенко // Биоразнообразие наземных и водных животных. Зооресурсы. – 2014. – С. 74-77.

167. Саяхова, Г. Р. Изменчивость размеров и структуры популяций жужелицы *Pterostichus niger* (Coleoptera, Carabidae) в г. Уфе / Г. Р. Саяхова., Р. А. Суходольская // Экология городской среды: история, современность и перспек. – 2018. – С. 57-60.

168. Селиховкин, А. В. Влияние промышленного загрязнения воздуха на насе-комых-филлофагов / А. В. Селиховкин // Чтения памяти Н.А. Холодковского, 4 апр. 1986г. – Л.: Наука, 1988. – С. 3-42.

169. Сёмин, А. В. Жужелицы (Insecta, Coleoptera, Carabidae) Рязанской области: аннотированный список / А. В. Сёмин // Труды Окского государственного природного биосферного заповедника. – 2004. – С. 291-304.

170. Сигида, Р. С. Адаптации жуков-жужелиц (Coleoptera, Carabidae) к эдафическим факторам в условиях антропогенных ландшафтов Центрального Предкавказья. [Текст]: дис.....д-ра. биол. наук / Сигида Роман Сергеевич. – Астрахань, 2010. – 377 с.

171. Сливинский, Г. Г. Видовое разнообразие и численность насекомых на территориях юга Казахстана с различным уровнем загрязнения тяжелыми металлами / Г. Г. Сливинский, И. И. Темрешев // Безопасность природопользования в условиях устойчивого развития. – 2018. – С. 233-238.

172. Соболева, В. А. Зоогеографический анализ фауны стрекоз (Odonata) среднерусской лесостепи / В. А. Соболева, В. Б. Голуб // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2016. – Т. 34. – №. 4 (225). – С. 48-60.

173. Солонкин, И. А. Проявление нарушений жилкования крыльев боярышницы *Arctia crataegi* L. (Lepidoptera: Pieridae) в зависимости от фазы градационного цикла и кормовой породы гусениц в природной популяции на Среднем Урале / И. А. Солонкин // Экология: факты, гипотезы, модели. Материалы конф. молодых ученых, 27–31 марта 2017 г. – 2017. – С. 132-134.

174. Стриганова, Б. Р. Особенности биотопического распределения жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) в тайге Западной Сибири / Б. Р. Стриганова // Русский энтомолог. журнал. – 2001. – Т. 10. – Вып. 3. – С. 225–230.

175. Стриганова, Б. Р. Животное население почв бореальных лесов Западно–Сибирской равнины / Б. Р. Стриганова, Н. М. Порядина // М.: Т-во научных изданий КМК, 2005. – 234 с.

176. Сумароков, А. М. Изменение видового состава и трофической структуры колеоптерофауны при уменьшении пестицидной нагрузки на биоценозы степной зоны Украины / А. М. Сумароков // Известия Харьковского энтомологического общества. – 2003. – №. 10, Вып. 1-2. – С. 160–174.

177. Сундуков, Ю. Н. Жуужелицы (Coleoptera: Carabidae) острова Полонского, южные Курильские острова / Ю. Н. Сундуков // Чтения памяти Алексея Ивановича Куренцова. – 2019. – №. 30. – С. 140-152.

178. Суходольская, Р. А. Влияние экологических факторов на размерные признаки жуужелицы *Carabus granulatus* L. (Coleoptera, Carabidae) / Р. А. Суходольская, А. А. Савельев // Экология. – 2014. – №. 5. – С. 369-369.

179. Суходольская, Р. А. Влияние факторов среды на изменчивость размеров жуужелицы *Poecilus cupreus* L. (Coleoptera, Carabidae) / Р. А. Суходольская, А. А. Савельев, Д. Е. Шамаев // Принципы экологии. – 2017. – № 3. – С. 118–131.

180. Суходольская, Р. А. Морфометрические особенности жуужелицы *Narpalus rufipes* Deg. (Coleoptera, Carabidae) нарушенных и естественных местообитаний / Р. А. Суходольская, Т. А. Гордиенко, Г. Д. Саяхова, Д. Н.

Вавилов // Урбоэко системы: проблемы и перспективы развития. – 2018. – С. 170-173.

181. Суходольская, Р. А. Изменчивость структуры сообществ и размеров жуков-жужелиц (Coleoptera, Carabidae) в градиенте антропогенного воздействия / Р. А. Суходольская, Д. Н. Вавилов, Т. А. Гордиенко, Т. Р. Мухаметнабиев // Поволжский экологический журнал. – 2020. – №. 1. – С. 99-114.

182. Сушко, Г. Г. Таксономический состав и видовое разнообразие сообществ насекомых травяно-кустарничкового яруса на верховых болотах в Беларуси / Г. Г. Сушко // Сибирский экологический журнал. – 2017. – Т. 24. – №. 3. – С. 298-312.

183. Сушко, Г. Г. Динамика морфологических показателей имаго жужелицы *Agonum ericeti* (Coleoptera, Carabidae) в условиях верховых болот Белорусского Поозерья / Г. Г. Сушко, А. А. Мякиникова, А. Д. Ковалева // Материалы международной научно-практической конференции Экологическая культура и охрана окружающей среды: III Дорофеевские чтения – 2020. – С. 174–176.

184. Сушко, Г. Г. Методы сравнительного анализа видового состава насекомых различных местообитаний с использованием программной среды R. / Г. Г. Сушко // Журнал Белорусского государственного университета. – 2021. – № 2. – С. 21-28.

185. Тарбинский, С. П. Определитель насекомых Европейской части СССР / С. П. Тарбинского, Н. Н. Плавильщикова, А. И. Аргиропуло, К. В. Арнольди, Г. Я. Бей-Биенко // Л. : Сельхозгиз, 1948. – 1127 с.

186. Тимофеева, Г. А. Морфометрическая структура популяций жужелиц (Coleoptera, Carabidae) в антропогенных ландшафтах [Текст]: дис.....канд. биол. наук / Тимофеева Галина Анатольевна. – Казань, 2010. – 169 с.

187. Тобоев, В. А. Влияние электромагнитных полей линий электропередачи на физиологическое состояние пчел / В. А. Тобоев, М. С. Толстов // Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков. – 2014. – №. 7. – С. 19-24.

188. Трошкова, И. Ю. Жужелицы (Coleoptera, Carabidae) лесов приокской террасы в Серпуховском районе Московской области / И. Ю. Трошкова, Н. Ю. Трошков, Н. Б. Никитский // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. – 2015. – Т. 120. – №. 1. – С. 26-34.

189. Трушицына, О. С. Видовой состав жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) пойменных лугов Окского заповедника / О. С. Трушицына // Мониторинг редких видов животных и растений и среды их обитания в Рязанской области. – 2008. – С. 236-242.
190. Тюмасева, З. И. Зоогеографический анализ слепней средней тайги западной сибери / З. И. Тюмасева, В. В. Духин, Е. В. Гуськова // The Agrarian Scientific Journal. – 2017. – №. 3. – С. 36-41.
191. Ужакина, О. А. Жуужелицы (Coleoptera: Carabidae) тундровых экосистем европейского Северо-Востока [Текст]: дис.....канд. биол. наук / Ужакина Альга Александровна. – Сыктывкар, 2006. – 234 с.
192. Фасулати, К. К. Полевое изучение наземных беспозвоночных. М.: Высшая школа, 1971. – 424 с.
193. Филиппов, Б. Ю. Экологическая характеристика населения жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) лугов северной тайги Архангельской области / Б. Ю. Филиппов, И. С. Зезин // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. – 2006. – №. 4. – С. 482-490.
194. Фролов, А. Н. Роль метеорологического фактора в многолетней динамике численности кукурузного мотылька *Ostrinia nubilalis* HBN. в краснодарском крае: анализ таблиц выживаемости / А. Н. Фролов, И. В. Грушевская // Сельскохозяйственная биология. – 2020. – Т. 55. – №. 1. – С. 184-193.
195. Хачиков, Э. А. К познанию комплекса видов, близких к *Ocypus nitens* (Schrank, 1781) (Coleoptera: Staphylinidae: Staphylininae) / Э. А. Хачиков // Кавказский энтомологический бюллетень. – 2020. – Т. 16. – №. 1. – С. 153-169.
196. Хотулева, О. В. Население и структура популяции жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) урбанизированных ландшафтов на севере Мещерской низменности [Текст]: дис.....канд. биол. наук / Хотулева Ольга Викторовна. – Москва, 1997. – 197 с.
197. Хотулёва, О. В. Изменение экологической структуры комплексов жуужелиц в придорожных ценозах / О. В. Хотулёва, Ю. А. Ющенко // Успехи современной науки. – 2017. – Т. 9. – №. 4. – С. 32-34.
198. Хотько, Э. И. Определитель жуужелиц / Э. И. Хотько // Мн.: Наука и техника, 1978. – 88 с.
199. Цветков, С. А. Влияние антропогенных факторов на сообщество наземных позвоночных животных Саралинского участка Волжско-Камского

заповедника / С. А. Цветков // Ученые записки Казанского университета. Серия Естественные науки. – 2008. – Т. 150. – №. 4. – С. 241-251.

200. Чарина, Е. В. Экологические аспекты энтомофауны парков г. Тулы [Текст]: дис.....канд. биол. наук / Чарина Екатерина Владимировна. – Калуга, 2002. – 190 с.

201. Черепнев, А. С. Использование импульсного электромагнитного излучения для обеззараживания зерновой смеси / А. С. Черепнев, И. А. Черепнев, Г. А. Ляшенко // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних сил. – 2008. – №. 2. – С. 53-55.

202. Чернышев, В. Б. Экология насекомых. Издательство Московского государственного университета – 1996. – 296 с.

203. Чурсина, М. А. Внутривидовая изменчивость формы крыла *Dolichopus unguatgs* Linnaeus, 1758 (Diptera, Dolichopodidae) / М. А. Чурсина // Вестник ТвГУ. Сер. Биология и экология. – 2018. – № 3. – С. 21-34.

204. Шаламова, Т. В. Фауна и структура населения жувелиц (Carabidae) естественных сосновых лесов Тамбовской области / Т. В. Шаламова, И. Х. Шарова, А. С. Родимцев // Вестник российских университетов. Математика. – 2012. – Т. 17. – №. 4. – С. 1193-1200.

205. Шарова, И. Х. Жизненные формы жувелиц (Coleoptera, Carabidae): монография. – М. : Наука, 1981. – 360 с.

206. Шейман, И. М. Действие слабого электромагнитного излучения на развитие личинок и метаморфоз мучного хрущака *Tenebrio molitor* / И. М. Шейман, М. Ф. Шкутин // Биофизика. – 2003. – Т. 48. № 1. С. 99-104.

207. Шейман, И. М. Влияние слабого электромагнитного излучения на разные формы поведения у мучного хрущака, *tenebrio molitor* / И. М. Шейман, Н. Д. Крещенко // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. – 2009. – Т. 59. – №. 4. – С. 488-494.

208. Шитиков, В. К. Оценка биоразнообразия: попытка формального обобщения / В. К. Шитиков, Г. С. Розенберг // Количественные методы экологии и гидробиологии (сборник научных трудов, посвященный памяти АИ Баканова). – Тольятти: СамНЦ РАН. – 2005. – С. 91-129.

209. Шишкин, А. С. Население животных просеки ЛЭП-500 в пихтовой и сосновой формациях Южной тайги / А. С. Шишкин, В. Б. Тимошкин, А. В. Гуров, Е. В. Екимов, М. Н. Егунова, С. М. Лощев, С. А. Астапенко // Сибирский лесной журнал. – 2016. – №. 2. – С. 59-70.

210. Шпак, А. А. Исследования влияния электромагнитных полей и электромагнитных излучений на биообъекты / А. А. Шпак, В. А. Новиков // Биомедицинская инженерия и электроника. – 2017. – №. 4 (18). – С. 7-24.
211. Щербаков, И. В. Влияние электромагнитных полей воздушных линий электропередач на почвы лесных насаждений [Текст]: дис.....канд. биол. наук / Щербаков Иван Валериевич. – Екатеринбург, 2013. – 136 с.
212. Электронный учебник по статистике [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://statsoft.ru/home/textbook/default.htm> (Дата обращения: 25.04.2023)
213. Эржапова, Р. С. Метод спектров жизненных форм (CALEOPTERA, CARABIDAE) в биологической индикации состояния окружающей среды / Р. С. Эржапова, М. С. Хасиханов, А. А. Джанхотов // Горизонты науки: материаловедение и металлургия. – 2019. – С. 269-274.
214. Юмагужин, Ф. Г. Оценка фенотипической структуры и морфологических аномалий *Apis mellifera* бурзянской популяции среднерусского подвида / Ф. Г. Юмагужин, В. Н. Саттаров, Д. З. Шарафутдинов, Р. Р. Галин // Пчеловодство. – 2017. – №. 3. – С. 18-21.
215. Якушкина, М. Н. Влияние автомобильного транспорта на видовой состав и численность жужелиц придорожных биотопов / М. Н. Якушкина, А. С. Малькова // Самарский научный вестник. – 2019. – Т. 8. – №. 1 (26). – С. 129-134.
216. Avgin, S. S. Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators of human impact / S. S Avgin, M. L. Luff // *Munis Entomology and Zoology*. – 2010. – V. 5. – №. 1. – P. 209-215.
217. Balazuc, J. La teratologie des Hymenopteroides / J. Balazuc // *Ann. Soc. ent. France*. – 1958. – V. 127. – P. 167-203.
218. Balmori, A. Anthropogenic radiofrequency electromagnetic fields as an emerging threat to wildlife orientation / A. Balmori // *Science of the Total Environment*. – 2015. – V. 518. – P. 58-60.
219. Berg, A. Power-line corridors as source habitat for butterflies in forest landscapes / A. Berg, K. O. Bergman, J. Wissman, M. Żmihorski, E. Öckinger // *Biological conservation*. – 2016. – V. 201. – P. 320-326.
220. Biasotto, L. D. Power lines and impacts on biodiversity: A systematic review / L. D. Biasotto, A. Kindel // *Environmental Impact Assessment Review*. – 2018. – V. 71. – P. 110-119.

221. Blake, S. Effects of habitat type and grassland management practices on the body size distribution of carabid beetles / S. Blake, G.N. Foster, M. D. Eyre, M. L. Luff // *Pedobiologia*. – 1994. – V. 38. – №. 6. – P. 502-512.
222. Blake, S. Effects of management practices on the carabid faunas of newly established wildflower meadows in southern Scotland / S. Blake, G. N. Foster, G. E. Fisher, G. L. Ligertwood // *Annales Zoologici Fennici*. – Finnish Zoological and Botanical Publishing Board, 1996. – P. 139-147
223. Castro Tovar, A. Nuevos casos de teratologías en Coleoptera (Insecta) / A. Castro Tovar, M. Baena, M. A. López Vergara // *Zool. baetica*, 25: – 2014. P. 3-12.
224. Catalogue of Palaearctic Coleoptera. Archostemata – Myxophaga – Adephaga / eds. I. Löbl, A. Smetana. – Stenstrup : Apollo Books, 2003. – Vol. 1. – 820 p.
225. Davies, T. W. Street lighting changes the composition of invertebrate communities / T. W. Davies, J. Bennie, K. J. Gaston // *Biology letters*. – 2012. – V. 8. – №. 5. – P. 764-767.
226. Elek, Z. Patterns in ground beetle (Coleoptera: Carabidae) assemblages along an urbanisation gradient in Denmark / Z. Elek, G. L. Lovei // *Acta Oecologica*. — 2007. – Vol. 32, Issue 1. – P. 104–111.
227. Hill, B. The potential of electricity transmission corridors in forested areas as bumblebee habitat / B. Hill, I. Bartomeus // *Royal Society open science*. – 2016. – V. 3. – №. 11. – P. 160525.
228. Hollmen, A. The value of open power line habitat in conservation of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) associated with mires / A. Hollmen, P. Välimäki, J. Itämies, J. Oksanen // *Journal of Insect Conservation*. – 2008. – V. 12. – P. 163-177.
229. Ibbe, M. History matters: Impact of historical land use on butterfly diversity in clear-cuts in a boreal landscape / M. Ibbe, P. Milberg, A. Tunér, K. O. Bergman // *Forest Ecology and Management*. – 2011. – V. 261. – №. 11. – P. 1885-1891.
230. Jelaska, L. S. Comparison of the body size and wing form of carabid species (Coleoptera: Carabidae) between isolated and continuous forest habitats / L. S. Jelaska, P. Durbesić // *Annales de la Société entomologique de France*. – Taylor & Francis Group, 2009. – V. 45. – №. 3. – P. 327-338.
231. Jonason, D. Monitoring of butterflies within a landscape context in south-eastern Sweden / D. Jonason, P. Milberg, K. O. Bergman // *Journal for Nature Conservation*. – 2010. – V. 18. – №. 1. – P. 22-33 .

232. Koch, M. Wir bestimmen Schmetterlinge / M. Koch // Leipzig. – 1984. – 792 p.
233. Kovtun, T. Landscape-biotopic and zoogeographic analysis of the Noctuoidea (LEPIDOPTERA) of zhytomyr suburban area / T. Kovtun, O. Klymchuk // Horizons. – 2020. – V. 5. – №. 90. – P. 65-72.
234. Kotze, D. J. Effects of habitat edges and trampling on the distribution of ground beetles (Coleoptera, Carabidae) in urban forests / S. Lehvävirta, M. Koivula, R. B. O'Hara, J. R. Spence // Journal of Insect Conservation. – 2012. – V. 16. – P. 883-897.
235. Lagisz, M. Changes in morphology of the ground beetle *Pterostichus oblongopunctatus* F. (Coleoptera; Carabidae) from vicinities of a zinc and lead smelter / M. Lagisz // Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal. – 2008. – V. 27. – №. 8. – P. 1744-1747.
236. Lampinen, J. Importance of local habitat conditions and past and present habitat connectivity for the species richness of grassland plants and butterflies in power line clearings / J. Lampinen, R. K. Heikkinen, P. Manninen, T. Rytteri, M. Kuussaari // Biodiversity and conservation. – 2018. – V. 27. – №. 1. – P. 217-233.
237. Lensu, T. The role of power line rights-of-way as an alternative habitat for declined mire butterflies / T. Lensu, A. Komonen, O. Hiltula, J. Päivinen, V. Saari, J. S. Kotiaho // Journal of environmental management. – 2011. – V. 92. – №. 10. – P. 2539-2546.
238. Lindhe, A. Saproxyllic beetles in standing dead wood density in relation to substrate sun-exposure and diameter / A. Lindhe, A. Lindelöv, N. Asenblad // Biodivers Conserv. – 2005. – № 14(12). – P. 3033–3053.
239. Magura, T. Species richness of carabids along a forested urban-rural gradient in eastern Hungary / T. Magura, B. Tothmeresz, T. Molnar // European Carabidology 2003. Proceedings of the 11th European Carabidologist Meeting. DIAS Report. – 2005. – № 114. – P. 209–217.
240. Magura, T. Body size inequality of carabids along an urbanisation gradient / T. Magura, B. Tóthmérész, G. L. Lövei // Basic and Applied Ecology. – 2006. – V. 7. – №. 5. – P. 472-482
241. Magura, T. Consequences of Urban Living: Urbanization and Ground Beetles / T. Magura, G. L. Lövei // Current Landscape Ecology Reports. – 2020. – P. 1-13.
242. Maharjan, R. Effects of radiofrequency on the development and performance of *Callosobruchus chinensis* (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae)

on three different leguminous seeds / R. Maharjan, H. Yi, J. Ahn, G. H. Roh, C. Park, Y. Yoon, S. Bae // *Applied Entomology and Zoology*. – 2019. – V. 54. – №. 3. – P. 255-266.

243. Maryanski, M. Decreased energetic reserves, morphological changes and accumulation of metals in carabid beetles (*Poecilus cupreus* L.) exposed to zinc-or cadmium-contaminated food / M. Maryanski, P. Kramarz, R. Laskowski, M. Niklinska // *Ecotoxicology*. – 2002 – V. 11. – №. 2. – P. 127-139.

244. Milutinov, M. Electric and magnetic fields in vicinity of overhead multi-line power system / M. Milutinov, A. Juhas, M. Prša // 2nd International conference on modern power systems MPS. – 2008. – P. 163-177.

245. Niemela, J. Carabid beetle assemblages along urban to rural gradients: A review / J. Niemela, D. J. Kotze D // *Landscape and Urban Planning*. – 2009. – P. 65–71.

246. Odemer, R. Effects of radiofrequency electromagnetic radiation (RF-EMF) on honey bee queen development and mating success / R. Odemer, F. Odemer // *Science of The Total Environment*. – 2019. – V. 661. – P. 553-562.

247. Papp, D. Changes in morphometric traits of ground beetles along urbanization gradients / S. Mizser, L. Nagy, A. Vidic, E. Simon, B. Tóthmérész // *Journal of Insect Science*. – 2020. – V. 20. – №. 1. – P. 5-25.

248. Plewa, R. Establishment and maintenance of power lines are important for insect diversity in Central Europe / R. Plewa, T. Jaworski, G. Tarwacki, W. Gil, J. Horák, // *Zoological Studies*. – 2020. – V. 59.

249. Ribera, I. Effect of land disturbance and stress on species traits of ground beetle assemblages / I. Ribera // *Ecology*. – 2001. – V. 82. – №. 4. – P. 1112-1129

250. Roff, D. A. The evolution of flightlessness in insects / D. A. Roff // *Ecological Monographs*. – 1990. – V. 60. – №. 4. – P. 389-421.

251. Rueda, L. E. Computation of Electromagnetic Fields for 220 kV Power Line in Cartagena de Indias / L. E. Rueda, J. E. Duque, E. Vanegas, E. Gomez // *Workshop on Engineering Applications*. – Springer, Cham, 2019. – P. 616-627

252. Russell, K. N. The potential conservation value of unmowed powerline strips for native bees / K. N. Russell, H. Ikerd, S. Droege // *Biological Conservation*. – 2005. – V. 124. – №. 1. – P. 133-148.

253. Sadler, J. P. Investigating environmental variation and landscape characteristics of an urban–rural gradient using woodland carabid assemblages / J.

P. Sadler, E. C. Small, H. Fiszpan, M. G. Telfer, J Niemela // *Journal of Biogeography (J. Biogeogr)*. – 2006. – Vol. 33. – P. 1126–1138.

254. Shepherd, S. J. The effects of extremely low frequency electromagnetic fields on insects. Diss. – University of Southampton, 2018 .

255. Shepherd, S. J. Increased aggression and reduced aversive learning in honey bees exposed to extremely low frequency electromagnetic fields / S. J. Shepherd, G. Hollands, V. C. Godley, S. M. Sharkh, C. W. Jackson, P. L. Newland // *PloS one*. – 2019. – V. 14. – №. 10. – P. e0223614.

256. Skaldina, O. Ecotoxicological effects of heavy metal pollution on economically important terrestrial insects / O. Skaldina, J. Sorvari // *Networking of Mutagens in Environmental Toxicology*. – Springer, Cham. – 2019. – P. 137-144.

257. Srivastava, D. S. Habitat structure, trophic structure and ecosystem function: interactive effects in a bromeliad–insect community / D. S. Srivastava // *Oecologia*. – 2006. – V. 149. – №. 3. – P. 493-504.

258. Tózsér, D. Pollution intensity-dependent metal accumulation in ground beetles: a meta-analysis / D. Tózsér, T. Magura, E. Simon, S. Mizser, D. Papp, B. Tóthmérész // *Environmental Science and Pollution Research*. – 2019. – V. 26. – №. 31. – P. 32092-32102.

259. Vanbergen, A. J. Risk to pollinators from anthropogenic electromagnetic radiation (EMR): Evidence and knowledge gaps / A. J. Vanbergen, S. G. Potts, A. Vian, E. P. Malkemper, J. Young, T. Tscheulin // *Science of the Total Environment*. – 2019. – V. 695. – P. 133833.

260. Wagner, D. L. Vegetation composition along a New England transmission line corridor and its implications for other trophic levels / D. L. Wagner, K. J. Metzler, S. A. Leicht-Young, G. Motzkin // *Forest Ecology and Management*. – 2014. – V. 327. – P. 231-239.

261. Weller, B. Carabid beetle community composition, body size, and fluctuating asymmetry along an urban-rural gradient / B. Weller, J. U. Ganzhorn // *Basic and Applied Ecology*. – 2004. – V. 5. – №. 2. – P. 193-201.

262. Wyszowska, J. Exposure to extremely low frequency electromagnetic fields alters the behaviour, physiology and stress protein levels of desert locusts / J. Wyszowska, S. Shepherd, S. Sharkh, C. W. Jackson, P. L. Newland // *Scientific reports*. – 2016. – V. 6. – P. 36413.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Видовой состав насекомых в районах линий электропередач

Таблица А.1 – Видовой состав насекомых в районах линий электропередач

№	Систематическая принадлежность	МУ 1	МУ 2	МУ 3	МУ 4	МУ 5	МУ 6	КТ 1	КТ 2
	NEUROPTERA								
	<u>Chrysopidae</u>								
1.	<i>Chrysotropia ciliata</i>	+	+	+					
2.	<i>Chrysopa perla</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
	ORTHOPTERA								
	<u>Tettigonioidea</u>								
3.	<i>Tettigonia cantans</i>	+	+	+	+	+		+	+
4.	<i>Tettigonia viridissima</i>	+	+	+	+		+	+	+
5.	<i>Decticus verrucivorus</i>	+	+	+	+		+	+	+
6.	<i>Metrioptera roeselii</i>						+		
	<u>Gryllotalpidae</u>								
7.	<i>Gryllotalpa gryllotalpa</i>						+		
	<u>Tetrigidae</u>								
8.	<i>Tetrix subulata</i>	+	+	+	+		+	+	
	<u>Acrididae</u>								
9.	<i>Podisma pedestris</i>	+		+	+		+	+	
10.	<i>Chorthippus apricarius</i>	+	+	+	+			+	
11.	<i>Chorthippus biguttulus</i>		+	+			+	+	
12.	<i>Stauroderus scalaris</i>		+	+			+		
	HOPTERA								
	<u>Membracidae</u>								
13.	<i>Centrotus cornutus</i>	+			+				
	<u>Cicadellidae</u>								
14.	<i>Cicadella viridis</i>	+	+				+	+	+
	<u>Cercopidae</u>								
15.	<i>Cercopis sanguinea</i>	+			+			+	+
	<u>Aphrophoridae</u>								
16.	<i>Lepyronia coleoptrata</i>		+		+			+	
	HEMIPTERA								
	<u>Saldidae</u>								
17.	<i>Saldula saltatoria</i>						+		
	<u>Nabidae</u>								
18.	<i>Nabis brevis</i>					+			+
19.	<i>Nabis ferus</i>	+				+			+
	<u>Miridae</u>								
20.	<i>Adelphocoris lineolatus</i>			+				+	
21.	<i>Adelphocoris reichelii</i>	+	+		+			+	
22.	<i>Deraeocoris punctulatus</i>					+			
23.	<i>Leptopterna dolabrata</i>	+	+		+			+	+
24.	<i>Lygus rugulipennis</i>	+	+		+				+
25.	<i>Stenodema calcarata</i>	+			+			+	

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
63.	<i>Poecilus versicolor</i>	+	+	+			+	+	+
64.	<i>Poecilus lepidus</i>	+		+		+	+		+
65.	<i>Poecilus punctulatus</i>	+	+	+			+	+	
66.	<i>Pterostichus niger</i>		+	+		+	+	+	+
67.	<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>					+	+		+
68.	<i>Pterostichus melanarius</i>	+	+	+		+	+	+	+
69.	<i>Calathus fuscipes</i>		+	+					
70.	<i>Calathus melanocephalus</i>		+		+				
71.	<i>Dolichus halensis</i>	+							
72.	<i>Sericoda quadripunctata</i>					+			+
73.	<i>Agonum fuliginosum</i>					+			
74.	<i>Platynus assimilis</i>	+				+	+	+	+
75.	<i>Anchomenus dorsalis</i>	+	+	+	+	+		+	
76.	<i>Olisthopus rotundatus</i>		+				+		
77.	<i>Amara aenea</i>	+	+	+	+		+	+	+
78.	<i>Amara communis</i>	+	+	+	+		+	+	
79.	<i>Amara eurynota</i>						+		
80.	<i>Amara familiaris</i>	+	+	+	+		+	+	+
81.	<i>Amara spreta</i>		+						
82.	<i>Amara equestris</i>	+	+	+	+			+	
83.	<i>Curtonotus aulicus</i>					+	+		+
84.	<i>Anisodactylus binotatus</i>		+						
85.	<i>Anisodactylus nemorivagus</i>		+						
86.	<i>Anisodactylus signatus</i>					+	+		
87.	<i>Bradycellus caucasicus</i>					+	+		
88.	<i>Acupalpus meridianus</i>						+		
89.	<i>Harpalus rufipes</i>	+	+	+	+		+	+	
90.	<i>Harpalus rubripes</i>		+	+	+		+	+	
91.	<i>Harpalus anxius</i>		+	+		+	+	+	+
92.	<i>Harpalus latus</i>	+	+	+	+		+	+	+
93.	<i>Harpalus xanthropus</i>		+						
94.	<i>Harpalus luteicornis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
95.	<i>Harpalus affinis</i>	+	+	+	+			+	+
96.	<i>Harpalus distinguendus</i>	+	+	+	+		+	+	
97.	<i>Panagaeus bipustulatus</i>			+					
98.	<i>Callistus lunatus</i>		+						
99.	<i>Licinus depressus</i>					+	+	+	
100.	<i>Badister bullatus</i>	+		+			+	+	
101.	<i>Badister unipustulatus</i>					+			
102.	<i>Badister sodalis</i>						+		+
103.	<i>Paradromius linearis</i>		+				+		
104.	<i>Microlestes maurus</i>	+	+	+	+		+	+	+
105.	<i>Microlestes minutulus</i>	+	+		+		+		+
106.	<i>Drypta dentata</i>	+					+		
	<u>Hydrophilidae</u>								
107.	<i>Hydrobius fuscipes</i>						+		
	<u>Histeridae</u>								
108.	<i>Hister unicolor</i>			+					

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
109.	<i>Margarinotus carbonarius</i>	+	+						+
110.	<i>Atholus bimaculatus</i>			+				+	+
	<u>Colonidae</u>								
111.	<i>Colon latum</i>			+					
	<u>Leiodidae</u>								
112.	<i>Anisotoma humeralis</i>						+		
113.	<i>Anisotoma orbicularis</i>			+			+		
	<u>Cholevidae</u>								
114.	<i>Sciodrepoides watsoni</i>			+			+		
	<u>Silphidae</u>								
115.	<i>Oiceoptoma thoracica</i>			+		+	+		
116.	<i>Thanatophilus rugosus</i>		+	+				+	
117.	<i>Thanatophilus sinuatus</i>		+	+				+	+
118.	<i>Silpha carinata</i>	+		+	+		+	+	
119.	<i>Silpha obscura</i>	+		+	+		+	+	+
120.	<i>Silpha tristis</i>					+	+		
121.	<i>Phosphuga atrata</i>			+		+	+	+	+
122.	<i>Nicrophorus humator</i>		+						
123.	<i>Nicrophorus vespillo</i>	+		+		+	+	+	+
124.	<i>Nicrophorus vespilloides</i>					+			+
	<u>Staphylinidae</u>								
125.	<i>Olophrum assimile</i>						+		+
126.	<i>Oxytelus rugosus</i>	+	+						
127.	<i>Oxyporus rufus</i>	+		+			+		
128.	<i>Stenus bimaculatus</i>		+				+		+
129.	<i>Paederus riparius</i>		+	+	+		+	+	+
130.	<i>Lathrobium terminatum</i>		+						
131.	<i>Othius punctulatus</i>	+	+					+	
132.	<i>Emus hirtus</i>	+							
133.	<i>Tasgius melanarius</i>	+							
134.	<i>Ocyopus fuscatus</i>	+	+		+				+
135.	<i>Philonthus cruentatus</i>		+		+				
136.	<i>Philonthus decorus</i>				+	+	+	+	+
137.	<i>Staphylinus caesareus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
138.	<i>Bolitobius cingulatus</i>						+		
139.	<i>Tachyporus chrysomelinus</i>			+					
140.	<i>Tachinus laticollis</i>					+			+
141.	<i>Tachinus rufipes</i>					+			
142.	<i>Habrocerus capillaricornis</i>	+			+			+	
143.	<i>Conosoma bipunctatum</i>			+					
144.	<i>Drusilla canaliculata</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
145.	<i>Zyras limbatus</i>	+	+	+					
146.	<i>Aleochara bilineata</i>	+	+			+	+	+	
147.	<i>Scaphidium quadrimaculatum</i>						+		+
148.	<i>Scaphisoma boreale</i>	+	+	+		+	+	+	+
149.	<i>Scaphisoma subalpinus</i>	+	+	+		+	+	+	+
	<u>Trogidae</u>								
150.	<i>Trox sabulosus</i>	+	+						

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<u>Scarabaeidae</u>								
151.	<i>Aphodius ater</i>				+		+		+
152.	<i>Aphodius pusillus</i>			+			+		+
153.	<i>Aphodius sphaelatus</i>	+							
154.	<i>Copris lunaris</i>	+						+	
155.	<i>Onthophagus nuchicornis</i>	+							
156.	<i>Onthophagus ovatus</i>	+	+					+	+
157.	<i>Onthophagus vacca</i>			+					
158.	<i>Melolontha melolontha</i>	+	+	+	+		+	+	+
159.	<i>Oxythyrea funesta</i>	+			+			+	
160.	<i>Cetonia aurata</i>	+			+			+	
161.	<i>Protaetia metallica</i>	+			+				
	<u>Eucinetidae</u>								
162.	<i>Eucinetus haemorrhoidalis</i>					+			
	<u>Byrrhidae</u>								
163.	<i>Lamprobyrrhulus nitidus</i>		+	+				+	
164.	<i>Cytilus sericeus</i>						+		
165.	<i>Byrrhus pilula</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
166.	<i>Byrrhus pustulatus</i>	+		+	+				
	<u>Limnichidae</u>								
167.	<i>Limnichus sericeus</i>			+					
	<u>Elateridae</u>								
168.	<i>Agrypnus murinus</i>	+						+	
169.	<i>Agriotes lineatus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
170.	<i>Agriotes obscurus</i>				+		+	+	+
171.	<i>Agriotes sputator</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
172.	<i>Ampedus cinnabarinus</i>						+		+
173.	<i>Ampedus pomorum</i>			+		+	+	+	+
174.	<i>Athous rufus</i>					+			
175.	<i>Athous subfuscus</i>						+		+
176.	<i>Denticollis linearis</i>						+		+
177.	<i>Anostirus castaneus</i>						+		+
178.	<i>Oedostethus quadripustulatus</i>	+							
	<u>Throscidae</u>								
179.	<i>Trixagus dermestoides</i>					+	+		
	<u>Cantharidae</u>								
180.	<i>Cantharis annularis</i>			+					
181.	<i>Cantharis fusca</i>		+	+				+	
182.	<i>Cantharis pallida</i>							+	
183.	<i>Cantharis rufa</i>							+	
184.	<i>Cantharis rustica</i>		+	+				+	
185.	<i>Rhagonycha fulva</i>							+	
	<u>Dermestidae</u>								
186.	<i>Dermestes lanarius</i>	+	+	+	+	+		+	
187.	<i>Dermestes maculatus</i>			+	+				
	<u>Dasytidae</u>								
188.	<i>Dasytes niger</i>						+		

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<u>Malachiidae</u>								
189.	<i>Malachius bipustulatus</i>	+			+			+	
190.	<i>Malachius viridis</i>	+			+			+	
	<u>Meloidae</u>								
191.	<i>Meloe proscarabaeus</i>						+		
192.	<i>Meloe brevicollis</i>						+		+
	<u>Nitidulidae</u>								
193.	<i>Epuraea angustula</i>	+				+	+		+
194.	<i>Epuraea biguttata</i>	+				+	+		+
195.	<i>Epuraea contractula</i>					+	+		+
196.	<i>Ipidia binotata</i>						+		
197.	<i>Pocadius ferrugineus</i>						+		
198.	<i>Glischrochilus grandis</i>					+	+	+	+
199.	<i>Glischrochilus hortensis</i>					+	+	+	+
200.	<i>Glischrochilus quadrisignatus</i>						+	+	+
	<u>Erotylidae</u>								
201.	<i>Dacne bipustulata</i>						+		
	<u>Byturidae</u>								
202.	<i>Byturus ochraceus</i>			+					
203.	<i>Byturus tomentosus</i>	+		+			+		
	<u>Phalacridae</u>								
204.	<i>Olibrus aeneus</i>			+					
205.	<i>Olibrus bicolor</i>	+		+			+		
	<u>Sphindidae</u>								
206.	<i>Aspidiphorus orbiculatus</i>		+						
	<u>Corylophidae</u>								
207.	<i>Orthoperus corticalis</i>						+		
	<u>Coccinellidae</u>								
208.	<i>Scymnus frontalis</i>	+							
209.	<i>Propylea quatuordecimpunctata</i>		+		+				
210.	<i>Coccinella undecimpunctata</i>	+		+	+		+		
211.	<i>Coccinella septempunctata</i>			+	+			+	+
212.	<i>Adalia bipunctata</i>			+				+	
	<u>Latridiidae</u>								
213.	<i>Corticarina fuscula</i>						+		
214.	<i>Melanophthalma maura</i>						+		
215.	<i>Melanophthalma transversalis</i>						+		
216.	<i>Enicmus rugosus</i>						+		
	<u>Mycetophagidae</u>								
217.	<i>Mycetophagus quadripustulatus</i>					+	+		
	<u>Ciidae</u>								
218.	<i>Cis boleti</i>						+		
219.	<i>Cis castaneus</i>						+		
220.	<i>Orthocis lucasi</i>					+	+		
	<u>Mordellidae</u>								
221.	<i>Mordella aculeata</i>			+			+	+	
222.	<i>Tomoxia bucephala</i>						+		

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
223.	<i>Mordellistena pumila</i>			+					
224.	<i>Mordellochroa abdominalis</i>						+		
	<u>Oedemeridae</u>								
225.	<i>Oedemera lurida</i>	+		+	+			+	+
226.	<i>Oedemera virescens</i>	+			+		+	+	
	<u>Pyrochroidae</u>								
227.	<i>Pyrochroa coccinea</i>						+		+
228.	<i>Schizotus pectinicornis</i>						+		
	<u>Salpingidae</u>								
229.	<i>Salpingus planirostris</i>						+		
	<u>Tenebrionidae</u>								
230.	<i>Lagria hirta</i>	+		+					
231.	<i>Opatrum sabulosum</i>	+	+	+			+	+	
	<u>Cerambycidae</u>								
232.	<i>Rhagium mordax</i>	+				+	+		+
233.	<i>Aromia moschata</i>		+		+			+	
234.	<i>Ropalopus macropus</i>						+		
235.	<i>Dorcadion holosericeum</i>							+	
236.	<i>Agapanthia violacea</i>	+							
237.	<i>Agapanthia dahli</i>	+						+	
238.	<i>Agapanthia villosoviridescens</i>				+	+		+	
	<u>Orsodacnidae</u>								
239.	<i>Orsodacne cerasi</i>						+		
	<u>Chrysomelidae</u>								
240.	<i>Oulema erichsonii</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
241.	<i>Oulema lichenis</i>		+	+	+	+	+	+	+
242.	<i>Oulema melanopus</i>			+	+	+			
243.	<i>Oulema tristis</i>		+	+	+	+		+	
244.	<i>Labidostomis longimana</i>			+					
245.	<i>Bromius obscurus</i>						+	+	
246.	<i>Chrysolina fastuosa</i>			+			+		+
247.	<i>Chrysolina staphylaea</i>						+		
248.	<i>Chrysolina violacea</i>						+		
249.	<i>Gastrophysa viridula</i>			+			+		
250.	<i>Phaedon laevigatus</i>			+				+	
251.	<i>Chrysomela vigintipunctata</i>			+				+	
252.	<i>Galeruca tanaceti</i>							+	
253.	<i>Altica oleracea</i>			+					
254.	<i>Longitarsus melanocephalus</i>						+		
255.	<i>Longitarsus nasturtii</i>			+					
256.	<i>Chaetocnema aridula</i>		+		+		+	+	+
257.	<i>Chaetocnema concinna</i>						+		+
258.	<i>Chaetocnema hortensis</i>				+		+	+	+
259.	<i>Crepidodera aurata</i>	+		+			+	+	+
260.	<i>Crepidodera fulvicornis</i>						+		+
261.	<i>Phyllotreta nemorum</i>						+		
262.	<i>Psylliodes napi</i>			+		+			
263.	<i>Podagrica fuscicornis</i>				+			+	

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
264.	<i>Cassida margaritacea</i>		+						
265.	<i>Cassida nebulosa</i>	+	+		+			+	+
266.	<i>Cassida rubiginosa</i>	+	+	+	+		+	+	+
	<u>Anthribidae</u>								
267.	<i>Dissoleucas niveirostris</i>					+			
	<u>Attelabidae</u>								
268.	<i>Deporaus betulae</i>			+					
	<u>Apionidae</u>								
269.	<i>Protapion assimile</i>						+		
270.	<i>Apion frumentarium</i>			+					+
271.	<i>Catapion seniculus</i>	+	+	+				+	+
	<u>Dryophthoridae</u>								
272.	<i>Sphenophorus striatopunctatus</i>	+	+					+	
	<u>Eirrhinidae</u>								
273.	<i>Grypus equiseti</i>	+			+			+	
	<u>Curculionidae</u>								
274.	<i>Baris artemisiae</i>		+	+	+	+		+	+
275.	<i>Ellescus bipunctatus</i>						+		
276.	<i>Orchestes rusci</i>						+		
277.	<i>Pseudorchestes circumvistulanus</i>		+	+			+		+
278.	<i>Tachyerges stigma</i>						+		+
279.	<i>Ceutorhynchus rapae</i>			+					
280.	<i>Ceutorhynchus typhae</i>			+					
281.	<i>Glocianus punctiger</i>		+	+					
282.	<i>Microplontus campestris</i>						+		
283.	<i>Nedyus quadrimaculatus</i>		+				+		
284.	<i>Thamiocolus viduatus</i>				+		+		
285.	<i>Trichosirocalus troglodytes</i>		+					+	
286.	<i>Scleropterus serratus</i>						+		+
287.	<i>Coryssomerus capucinus</i>			+					
288.	<i>Cryptorhynchus lapathi</i>	+		+	+	+		+	
289.	<i>Otiorhynchus ligustici</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
290.	<i>Otiorhynchus ovatus</i>			+			+	+	+
291.	<i>Phyllobius contemptus</i>		+		+		+	+	
292.	<i>Phyllobius maculicornis</i>	+			+			+	
293.	<i>Polydrusus undatus</i>						+		
294.	<i>Brachysomus echinatus</i>					+			+
295.	<i>Sciaphilus asperatus</i>					+			+
296.	<i>Sitona hispidulus</i>			+					
297.	<i>Sitona inops</i>						+		+
298.	<i>Sitona linearis</i>	+	+	+				+	
299.	<i>Sitona lineatus</i>	+	+	+			+	+	
300.	<i>Sitona macularius</i>						+		
301.	<i>Sitona suturalis</i>						+		
302.	<i>Tanymecus palliatus</i>	+	+	+	+		+	+	+
303.	<i>Hypera meles</i>		+	+	+			+	+
304.	<i>Hypera nigrirostris</i>		+						

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
305.	<i>Hypera transsylvanica</i>	+	+	+				+	
306.	<i>Asproparthenis punctiventris</i>		+	+				+	
307.	<i>Cleonus pigra</i>	+		+	+		+	+	+
308.	<i>Cyphocleonus dealbatus</i>		+					+	
309.	<i>Mecaspis alternans</i>		+	+	+		+	+	+
310.	<i>Larinus vulpes</i>						+		
311.	<i>Lixus iridis</i>						+	+	
312.	<i>Hylobius transversovittatus</i>		+						
313.	<i>Trachodes hispidus</i>			+					
	<u>Scolytidae</u>								
314.	<i>Hylesinus crenatus</i>						+		
	MECOPTERA								
	<u>Panorpidae</u>								
315.	<i>Panorpa communis</i>			+		+			
	LEPIDOPTERA								
	<u>Tortricidae</u>								
316.	<i>Archips xylosteana</i>						+		
317.	<i>Choristoneura diversana</i>		+					+	
318.	<i>Pandemis cerasana</i>				+				
319.	<i>Celypha striana</i>		+						
320.	<i>Epiblema foenella</i>			+				+	
321.	<i>Dichrorampha aeratana</i>			+					
	<u>Pterophoridae</u>								
322.	<i>Pterophorus pentadactyla</i>	+							
	<u>Pyralidae</u>								
323.	<i>Eurrhyncha hortulata</i>					+			
324.	<i>Pleuroptya ruralis</i>					+			+
	<u>Sphingidae</u>								
325.	<i>Hyles gallii</i>					+			+
	<u>Notodontidae</u>								
326.	<i>Notodonta ziczac</i>	+					+		
	<u>Geometridae</u>								
327.	<i>Scopula immorata</i>	+						+	
328.	<i>Calothysanis amata</i>				+				
329.	<i>Pelurga comitata</i>					+			+
330.	<i>Camptogramma bilineata</i>						+		
331.	<i>Epirrhoe alternata</i>						+		
332.	<i>Semiothisa clathrata</i>		+					+	
333.	<i>Cabera pusaria</i>		+					+	
334.	<i>Cabera exanthemata</i>					+			
335.	<i>Colotois pennaria</i>				+				
	<u>Noctuidae</u>								
336.	<i>Agrotis segetum</i>		+					+	
337.	<i>Autographa gamma</i>			+					
338.	<i>Acronicta megacephala</i>	+			+				
339.	<i>Amphipoea fucosa</i>						+		
340.	<i>Amphipyra perflua</i>			+					
341.	<i>Eupsilia transversa</i>					+	+		

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
377.	<i>Lasius flavus</i>		+					+	
378.	<i>Lasius niger</i>	+	+	+		+	+	+	+
379.	<i>Formica rufa</i>					+	+	+	+
380.	<i>Formica fusca</i>					+			+
	<u>Sphecidae</u>								
381.	<i>Sphex maxillosus</i>		+						
382.	<i>Ammophila sabulosa</i>	+				+		+	+
	<u>Halictidae</u>								
383.	<i>Sphecodes gibbus</i>	+	+				+		
	<u>Apidae</u>								
384.	<i>Apis mellifera</i>	+	+	+	+		+	+	+
385.	<i>Bombus agrorum</i>		+					+	
386.	<i>Bombus muscorum</i>		+						
387.	<i>Bombus silvarum</i>	+	+	+	+		+	+	
388.	<i>Bombus terrestris</i>	+	+	+	+			+	
389.	<i>Bombus lapidarius</i>		+	+				+	
390.	<i>Dasypoda plumipes</i>			+					
391.	<i>Andrena rosae</i>	+	+	+			+	+	
392.	<i>Psithyrus bohemicus</i>			+					
393.	<i>Psithyrus rupestris</i>		+					+	
394.	<i>Anthophora furcata</i>			+					
395.	<i>Megachile centuncularis</i>	+							
396.	<i>Osmia rufa</i>	+						+	
397.	<i>Xylocopa valga</i>					+	+		
	<u>DIPTERA</u>								
	<u>Tipulidae</u>								
398.	<i>Nephrotoma appendiculata</i>			+		+	+		
399.	<i>Tipula varipennis</i>			+					
	<u>Asilidae</u>								
400.	<i>Machimus cingulatus</i>	+			+				
	<u>Empididae</u>								
401.	<i>Empis tessellata</i>	+						+	
	<u>Syrphidae</u>								
402.	<i>Cheilosia rotundicornis</i>						+	+	
403.	<i>Melangyna umbellatarum</i>		+					+	
404.	<i>Pipiza noctiluca</i>						+		
405.	<i>Sphaerophoria menthastri</i>	+						+	
406.	<i>Sphaerophoria rueppellii</i>		+					+	
407.	<i>Sphaerophoria scripta</i>	+	+					+	
	<u>Lauxaniidae</u>								
408.	<i>Sapromyza sexpunctata</i>		+					+	
	<u>Heleomyzidae</u>								
409.	<i>Suillia affinis</i>			+		+	+	+	+
	<u>Tephritidae</u>								
410.	<i>Urophora cuspidata</i>		+						
	<u>Anthomyiidae</u>								
411.	<i>Delia floralis</i>	+	+	+					
412.	<i>Delia radicum</i>	+	+	+				+	

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<u>Muscidae</u>								
413.	<i>Thricops lividiventris</i>		+					+	
	<u>Calliphoridae</u>								
414.	<i>Cynomya mortuorum</i>			+					
415.	<i>Lucilia caesar</i>	+	+			+	+	+	+
416.	<i>Pollenia rudis</i>					+	+		+
	<u>Sarcophagidae</u>								
417.	<i>Sarcophaga carnaria</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
	<u>Tachinidae</u>								
418.	<i>Microphthalma disjuncta</i>	+							
	<u>Rhagionidae</u>								
419.	<i>Rhagio scolopaceus</i>					+	+		
	<u>Tabanidae</u>								
420.	<i>Chrysops caecutiens</i>	+						+	
421.	<i>Haematopota pluvialis</i>			+					
		152	156	164	111	100	207	180	132

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Трофические группы насекомых в районах линий электропередач

Таблица Б.1 – Трофические группы насекомых в районах линий электропередач

№	Систематическая принадлежность	Тип питания					
		Фитофаги	Зоофаги	Миксофаги	Сапрофаги	Микофаги	Паразиты
	<i>NEUROPTERA</i>						
	<i>Chrysopidae</i>						
1.	<i>Chrysotropia ciliata</i>		+				
2.	<i>Chrysopa perla</i>		+				
	<i>ORTHOPTERA</i>						
	<i>Tettigoniodea</i>						
3.	<i>Tettigonia cantans</i>			+			
4.	<i>Tettigonia viridissima</i>			+			
5.	<i>Decticus verrucivorus</i>	+					
6.	<i>Metrioptera roeselii</i>	+					
	<i>Gryllotalpidae</i>						
7.	<i>Gryllotalpa gryllotalpa</i>			+			
	<i>Tetrigidae</i>						
8.	<i>Tetrix subulata</i>	+					
	<i>Acrididae</i>						
9.	<i>Podisma pedestris</i>	+					
10.	<i>Chorthippus apricarius</i>	+					
11.	<i>Chorthippus biguttulus</i>	+					
12.	<i>Stauroderus scalaris</i>	+					
	<i>HOМОPTERA</i>						
	<i>Cercopidae</i>						
13.	<i>Membracidae</i>	+					
	<i>Centrotus cornutus</i>						
14.	<i>Cicadellidae</i>						

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8
	<i>Cicadella viridis</i>	+					
15.	<u>Cercopidae</u>	+					
	<i>Cercopis sanguinea</i>						
16.	<u>Aphrophoridae</u>	+					
	<u>HEMIPTERA</u>						
	<u>Saldidae</u>						
17.	<i>Saldula saltatoria</i>		+				
	<u>Nabidae</u>						
18.	<i>Nabis brevis</i>		+				
19.	<i>Nabis ferus</i>		+				
	<u>Miridae</u>						
20.	<i>Adelphocoris lineolatus</i>	+					
21.	<i>Adelphocoris reichelii</i>	+					
22.	<i>Deraeocoris punctulatus</i>		+				
23.	<i>Leptopterna dolabrata</i>	+					
24. C	<i>Lygus rugulipennis</i>	+					
25.	<i>Stenodema calcarata</i>	+					
	<u>Tingitidae</u>						
26.	<i>Tingis cardui</i>	+					
	<u>Berytidae</u>						
27.	<i>Berytinus clavipes</i>	+					
28.	<i>Berytinus minor</i>	+					
	<u>Lygaeidae</u>						
29.	<i>Aphanus rolandri</i>	+					
30.	<i>Nysius ericae</i>	+					
31.	<i>Pterotmetus staphyliniformis</i>	+					
32.	<i>Raglius alboacuminatus</i>	+					
33.	<i>Rhyparochromus pini</i>	+					
34.	<i>Sphragisticus nebulosus</i>	+					
	<u>Pyrrhocoridae</u>						
35.	<i>Pyrrhocoris apterus</i>	+					

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8
	<u>Coreidae</u>						
36.	<i>Coriomeris denticulatus</i>	+					
37.	<i>Coreus marginatus</i>	+					
	<u>Rhopalidae</u>						
38.	<i>Stictopleurus punctatonervosus</i>	+					
	<u>Stenocephalidae</u>						
39.	<i>Dicranocephalus agilis</i>	+					
	<u>Scutelleridae</u>						
40.	<i>Eurygaster integriceps</i>	+					
	<u>Pentatomidae</u>						
41.	<i>Aelia acuminata</i>	+					
42.	<i>Palomena prasina</i>			+			
43.	<i>Dolycoris baccarum</i>	+					
	COLEOPTERA						
	<u>Carabidae</u>						
44.	<i>Cylindera germanica</i>		+				
45.	<i>Cicindela campestris</i>		+				
46.	<i>Leistus ferrugineus</i>		+				
47.	<i>Notiophilus palustris</i>		+				
48.	<i>Calosoma inquisitor</i>		+				
49.	<i>Carabus cancellatus</i>		+				
50.	<i>Carabus granulatus</i>		+				
51.	<i>Carabus nemoralis</i>		+				
52.	<i>Carabus hortensis</i>		+				
53.	<i>Carabus coriaceus</i>		+				
54.	<i>Cychrus caraboides</i>		+				
55.	<i>Clivina fossor</i>		+				
56.	<i>Asaphidion flavipes</i>		+				
57.	<i>Bembidion lampros</i>		+				
58.	<i>Bembidion properans</i>		+				
59.	<i>Bembidion punctulatum</i>		+				

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8
60.	<i>Bembidion biguttatum</i>		+				
61.	<i>Bembidion quadrimaculatum</i>		+				
62.	<i>Poecilus cupreus</i>		+				
63.	<i>Poecilus versicolor</i>		+				
64.	<i>Poecilus lepidus</i>		+				
65.	<i>Poecilus punctulatus</i>		+				
66.	<i>Pterostichus niger</i>		+				
67.	<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>		+				
68.	<i>Pterostichus melanarius</i>		+				
69.	<i>Calathus fuscipes</i>		+				
70.	<i>Calathus melanocephalus</i>		+				
71.	<i>Dolichus halensis</i>		+				
72.	<i>Sericoda quadripunctata</i>		+				
73.	<i>Agonum fuliginosum</i>		+				
74.	<i>Platynus assimilis</i>		+				
75.	<i>Anchomenus dorsalis</i>		+				
76.	<i>Olisthopus rotundatus</i>		+				
77.	<i>Amara aenea</i>			+			
78.	<i>Amara communis</i>			+			
79.	<i>Amara eurynota</i>			+			
80.	<i>Amara familiaris</i>			+			
81.	<i>Amara spreta</i>			+			
82.	<i>Amara equestris</i>			+			
83.	<i>Curtonotus aulicus</i>			+			
84.	<i>Anisodactylus binotatus</i>			+			
85.	<i>Anisodactylus nemorivagus</i>			+			
86.	<i>Anisodactylus signatus</i>			+			
87.	<i>Bradycellus caucasicus</i>			+			
88.	<i>Acupalpus meridianus</i>			+			
89.	<i>Harpalus rufipes</i>			+			
90.	<i>Harpalus rubripes</i>			+			

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8
91.	<i>Harpalus anxius</i>			+			
92.	<i>Harpalus latus</i>			+			
93.	<i>Harpalus xanthropus</i>			+			
94.	<i>Harpalus luteicornis</i>			+			
95.	<i>Harpalus affinis</i>			+			
96.	<i>Harpalus distinguendus</i>			+			
97.	<i>Panagaeus bipustulatus</i>		+				
98.	<i>Callistus lunatus</i>		+				
99.	<i>Licinus depressus</i>		+				
100.	<i>Badister bullatus</i>		+				
101.	<i>Badister unipustulatus</i>		+				
102.	<i>Badister sodalis</i>		+				
103.	<i>Paradromius linearis</i>		+				
104.	<i>Microlestes maurus</i>		+				
105.	<i>Microlestes minutulus</i>		+				
106.	<i>Drypta dentata</i>		+				
	<u>Hydrophilidae</u>						
107.	<i>Hydrobius fuscipes</i>			+			
	<u>Histeridae</u>						
108.	<i>Hister unicolor</i>		+				
109.	<i>Margarinotus carbonarius</i>		+				
110.	<i>Atholus bimaculatus</i>		+				
	<u>Colonidae</u>						
111.	<i>Colon latum</i>	+					
	<u>Leiodidae</u>						
112.	<i>Anisotoma humeralis</i>					+	
113.	<i>Anisotoma orbicularis</i>					+	
	<u>Cholevidae</u>						
114.	<i>Sciodrepoides watsoni</i>				+		
	<u>Silphidae</u>						
115.	<i>Oiceoptoma thoracica</i>				+		

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8
116.	<i>Thanatophilus rugosus</i>				+		
117.	<i>Thanatophilus sinuatus</i>				+		
118.	<i>Silpha carinata</i>				+		
119.	<i>Silpha obscura</i>				+		
120.	<i>Silpha tristis</i>				+		
121.	<i>Phosphuga atrata</i>		+				
122.	<i>Nicrophorus humator</i>				+		
123.	<i>Nicrophorus vespillo</i>				+		
124.	<i>Nicrophorus vespilloides</i>				+		
	<u>Staphylinidae</u>						
125.	<i>Olophrum assimile</i>		+				
126.	<i>Oxytelus rugosus</i>		+				
127.	<i>Oxyporus rufus</i>					+	
128.	<i>Stenus bimaculatus</i>		+				
129.	<i>Paederus riparius</i>		+				
130.	<i>Lathrobium terminatum</i>		+				
131.	<i>Othius punctulatus</i>		+				
132.	<i>Emus hirtus</i>		+				
133.	<i>Tasgius melanarius</i>		+				
134.	<i>Ocypus fuscatus</i>		+				
135.	<i>Philonthus cruentatus</i>		+				
136.	<i>Philonthus decorus</i>		+				
137.	<i>Staphylinus caesareus</i>		+				
138.	<i>Bolitobius cingulatus</i>		+				
139.	<i>Tachyporus chrysomelinus</i>		+				
140.	<i>Tachinus laticollis</i>		+				
141.	<i>Tachinus rufipes</i>		+				
142.	<i>Habrocerus capillaricornis</i>		+				
143.	<i>Conosoma bipunctatum</i>		+				
144.	<i>Drusilla canaliculata</i>		+				
145.	<i>Zyras limbatus</i>		+				

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8
146.	<i>Aleochara bilineata</i>		+				
147.	<i>Scaphidium quadrimaculatum</i>		+				
148.	<i>Scaphisoma boreale</i>		+				
149.	<i>Scaphisoma subalpinus</i>		+				
	<u>Trogidae</u>						
150.	<i>Trox sabulosus</i>				+		
	<u>Scarabaeidae</u>						
151.	<i>Aphodius ater</i>				+		
152.	<i>Aphodius pussilus</i>				+		
153.	<i>Aphodius sphaelatus</i>				+		
154.	<i>Copris lunaris</i>				+		
155.	<i>Onthophagus nuchicornis</i>				+		
156.	<i>Onthophagus ovatus</i>				+		
157.	<i>Onthophagus vacca</i>				+		
158.	<i>Melolontha melolontha</i>	+					
159.	<i>Oxythyrea funesta</i>	+					
160.	<i>Cetonia aurata</i>	+					
161.	<i>Protaetia metallica</i>	+					
	<u>Eucinetidae</u>						
162.	<i>Eucinetus haemorrhoidalis</i>					+	
	<u>Byrrhidae</u>						
163.	<i>Byrrhus pilula</i>	+					
164.	<i>Byrrhus pustulatus</i>	+					
165.	<i>Cytilus sericeus</i>	+					
166.	<i>Lamprobyrrhulus nitidus</i>	+					
	<u>Limnichidae</u>						
167.	<i>Limnichus sericeus</i>	+					
	<u>Elateridae</u>						
168.	<i>Agrypnus murinus</i>	+					
169.	<i>Agriotes lineatus</i>	+					
170.	<i>Agriotes obscurus</i>	+					

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8
171.	<i>Agriotes sputator</i>	+					
172.	<i>Ampedus cinnabarinus</i>	+					
173.	<i>Ampedus pomorum</i>	+					
174.	<i>Athous rufus</i>	+					
175.	<i>Athous subfuscus</i>	+					
176.	<i>Denticollis linearis</i>	+					
177.	<i>Anostirus castaneus</i>	+					
178.	<i>Oedostethus quadripustulatus</i>	+					
	<u>Throscidae</u>						
179.	<i>Trixagus dermestoides</i>	+					
	<u>Cantharidae</u>						
180.	<i>Cantharis annularis</i>		+				
181.	<i>Cantharis fusca</i>		+				
182.	<i>Cantharis pallida</i>		+				
183.	<i>Cantharis rufa</i>		+				
184.	<i>Cantharis rustica</i>		+				
185.	<i>Rhagonycha fulva</i>		+				
	<u>Dermestidae</u>						
186.	<i>Dermestes lanarius</i>				+		
187.	<i>Dermestes maculatus</i>				+		
	<u>Dasytidae</u>						
188.	<i>Dasytes niger</i>	+					
	<u>Malachiidae</u>						
189.	<i>Malachius bipustulatus</i>	+					
190.	<i>Malachius viridis</i>	+					
	<u>Meloidae</u>						
191.	<i>Meloe brevicollis</i>			+			
192.	<i>Meloe proscarabaeus</i>			+			
	<u>Nitidulidae</u>						
193.	<i>Epuraea angustula</i>	+					
194.	<i>Epuraea biguttata</i>	+					

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8
195.	<i>Eपुरaea contractula</i>	+					
196.	<i>Ipidia binotata</i>	+					
197.	<i>Pocadius ferrugineus</i>	+					
198.	<i>Glischrochilus grandis</i>	+					
199.	<i>Glischrochilus hortensis</i>	+					
200.	<i>Glischrochilus quadrisignatus</i>	+					
	<u>Erotylidae</u>						
201.	<i>Dacne bipustulata</i>					+	
	<u>Byturidae</u>						
202.	<i>Byturus ochraceus</i>	+					
203.	<i>Byturus tomentosus</i>	+					
	<u>Phalacridae</u>						
204.	<i>Olibrus aeneus</i>	+					
205.	<i>Olibrus bicolor</i>	+					
	<u>Sphindidae</u>						
206.	<i>Aspidiphorus orbiculatus</i>				+		
	<u>Corylophidae</u>						
207.	<i>Orthoperus corticalis</i>					+	
	<u>Coccinellidae</u>						
208.	<i>Scymnus frontalis</i>		+				
209.	<i>Propylea quatuordecimpunctata</i>		+				
210.	<i>Coccinella undecimpunctata</i>		+				
211.	<i>Coccinella septempunctata</i>		+				
212.	<i>Adalia bipunctata</i>		+				
	<u>Lathridiidae</u>						
213.	<i>Corticarina fuscula</i>				+		
214.	<i>Melanophthalma maura</i>				+		
215.	<i>Melanophthalma transversalis</i>				+		
216.	<i>Enicmus rugosus</i>				+		
	<u>Mycetophagidae</u>						
217.	<i>Mycetophagus quadripustulatus</i>					+	

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8
	<u>Ciidae</u>						
218.	<i>Cis boleti</i>					+	
219.	<i>Cis castaneus</i>					+	
220.	<i>Orthocis lucasi</i>					+	
	<u>Mordellidae</u>						
221.	<i>Mordella aculeata</i>	+					
222.	<i>Tomoxia bucephala</i>	+					
223.	<i>Mordellistena pumila</i>	+					
224.	<i>Mordellochroa abdominalis</i>	+					
	<u>Oedemeridae</u>						
225.	<i>Oedemera lurida</i>	+					
226.	<i>Oedemera virescens</i>	+					
	<u>Pyrochroidae</u>						
227.	<i>Pyrochroa coccinea</i>	+					
228.	<i>Schizotus pectinicornis</i>	+					
	<u>Salpingidae</u>						
229.	<i>Salpingus planirostris</i>	+					
	<u>Tenebrionidae</u>						
230.	<i>Lagria hirta</i>	+					
231.	<i>Opatrum sabulosum</i>	+					
	<u>Cerambycidae</u>						
232.	<i>Rhagium mordax</i>	+					
233.	<i>Aromia moschata</i>	+					
234.	<i>Ropalopus macropus</i>	+					
235.	<i>Dorcadion holosericeum</i>	+					
236.	<i>Agapanthia violacea</i>	+					
237.	<i>Agapanthia dahli</i>	+					
238.	<i>Agapanthia villosviridescens</i>	+					
	<u>Orsodacnidae</u>						
239.	<i>Orsodacne cerasi</i>	+					
	<u>Chrysomelidae</u>						

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8
240.	<i>Oulema erichsonii</i>	+					
241.	<i>Oulema lichenis</i>	+					
242.	<i>Oulema melanopus</i>	+					
243.	<i>Oulema tristis</i>	+					
244.	<i>Labidostomis longimana</i>	+					
245.	<i>Bromius obscurus</i>	+					
246.	<i>Chrysolina fastuosa</i>	+					
247.	<i>Chrysolina staphylaea</i>	+					
248.	<i>Chrysolina violacea</i>	+					
249.	<i>Gastrophysa viridula</i>	+					
250.	<i>Phaedon laevigatus</i>	+					
251.	<i>Chrysomela vigintipunctata</i>	+					
252.	<i>Galeruca tanaceti</i>	+					
253.	<i>Altica oleracea</i>	+					
254.	<i>Longitarsus melanocephalus</i>	+					
255.	<i>Longitarsus nasturtii</i>	+					
256.	<i>Chaetocnema aridula</i>	+					
257.	<i>Chaetocnema concinna</i>	+					
258.	<i>Chaetocnema hortensis</i>	+					
259.	<i>Crepidodera aurata</i>	+					
260.	<i>Crepidodera fulvicornis</i>	+					
261.	<i>Phyllotreta nemorum</i>	+					
262.	<i>Psylliodes napi</i>	+					
263.	<i>Podagrica fuscicornis</i>	+					
264.	<i>Cassida margaritacea</i>	+					
265.	<i>Cassida nebulosa</i>	+					
266.	<i>Cassida rubiginosa</i>	+					
	<u>Anthribidae</u>						
267.	<i>Dissoleucas niveirostris</i>				+		
	<u>Attelabidae</u>						
268.	<i>Deporaus betulae</i>	+					

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8
	<u>Apionidae</u>						
269.	<i>Protapion assimile</i>	+					
270.	<i>Apion frumentarium</i>	+					
271.	<i>Catapion seniculus</i>	+					
	<u>Dryophthoridae</u>						
272.	<i>Sphenophorus striatopunctatus</i>	+					
	<u>Eriirhinidae</u>						
273.	<i>Grypus equiseti</i>	+					
	<u>Curculionidae</u>						
274.	<i>Baris artemisiae</i>	+					
275.	<i>Ellescus bipunctatus</i>	+					
276.	<i>Orchestes rusci</i>	+					
277.	<i>Pseudorchestes circumvistulanus</i>	+					
278.	<i>Tachyerges stigma</i>	+					
279.	<i>Ceutorhynchus rapae</i>	+					
280.	<i>Ceutorhynchus typhae</i>	+					
281.	<i>Glocianus punctiger</i>	+					
282.	<i>Microplontus campestris</i>	+					
283.	<i>Nedyus quadrimaculatus</i>	+					
284.	<i>Thamiocolus viduatus</i>	+					
285.	<i>Trichosirocalus troglodytes</i>	+					
286.	<i>Scleropterus serratus</i>	+					
287.	<i>Coryssomerus capucinus</i>	+					
288.	<i>Cryptorhynchus lapathi</i>	+					
289.	<i>Otiorhynchus ligustici</i>	+					
290.	<i>Otiorhynchus ovatus</i>	+					
291.	<i>Phyllobius contemptus</i>	+					
292.	<i>Phyllobius maculicornis</i>	+					
293.	<i>Polydrusus undatus</i>	+					
294.	<i>Brachysomus echinatus</i>	+					
295.	<i>Sciaphilus asperatus</i>	+					

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8
296.	<i>Sitona hispidulus</i>	+					
297.	<i>Sitona inops</i>	+					
298.	<i>Sitona linearis</i>	+					
299.	<i>Sitona lineatus</i>	+					
300.	<i>Sitona macularius</i>	+					
301.	<i>Sitona suturalis</i>	+					
302.	<i>Tanymecus palliatus</i>	+					
303.	<i>Hypera meles</i>	+					
304.	<i>Hypera nigrirostris</i>	+					
305.	<i>Hypera transsylvanica</i>	+					
306.	<i>Asproparthenis punctiventris</i>	+					
307.	<i>Cleonus pigra</i>	+					
308.	<i>Cyphocleonus dealbatus</i>	+					
309.	<i>Mecaspis alternans</i>	+					
310.	<i>Larinus vulpes</i>	+					
311.	<i>Lixus iridis</i>	+					
312.	<i>Hylobius transversovittatus</i>	+					
313.	<i>Trachodes hispidus</i>	+					
	<u>Scolytidae</u>						
314.	<i>Hylesinus crenatus</i>	+					
	MECOPTERA						
315.	<i>Panorpa communis</i>		+				
	LEPIDOPTERA						
	<u>Tortricidae</u>						
316.	<i>Archips xylosteana</i>	+					
317.	<i>Choristoneura diversana</i>	+					
318.	<i>Pandemis cerasana</i>	+					
319.	<i>Celypha striana</i>	+					
320.	<i>Epiblema foenella</i>	+					
321.	<i>Dichrorampha aeratana</i>	+					
	<u>Pterophoridae</u>						

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8
322.	<i>Pterophorus pentadactyla</i>	+					
	<u>Pyralidae</u>						
323.	<i>Eurrhynx hortulata</i>	+					
324.	<i>Pleuroptya ruralis</i>	+					
	<u>Sphingidae</u>						
325.	<i>Hyles gallii</i>	+					
	<u>Notodontidae</u>						
326.	<i>Notodonta ziczac</i>	+					
	<u>Geometridae</u>						
327.	<i>Scopula immorata</i>	+					
328.	<i>Calothysanis amata</i>	+					
329.	<i>Pelurga comitata</i>	+					
330.	<i>Camptogramma bilineata</i>	+					
331.	<i>Epirrhoe alternata</i>	+					
332.	<i>Semiothisa clathrata</i>	+					
333.	<i>Cabera pusaria</i>	+					
334.	<i>Cabera exanthemata</i>	+					
335.	<i>Colotois pennaria</i>	+					
	<u>Noctuidae</u>						
336.	<i>Agrotis segetum</i>	+					
337.	<i>Autographa gamma</i>	+					
338.	<i>Acronicta megacephala</i>	+					
339.	<i>Amphipoea fucosa</i>	+					
340.	<i>Amphipyra perflua</i>	+					
341.	<i>Eupsilia transversa</i>	+					
342.	<i>Mamestra brassicae</i>	+					
343.	<i>Mamestra oleracea</i>	+					
344.	<i>Orthosia gothica</i>	+					
	<u>Erebidae</u>						
345.	<i>Spilosoma menthastri</i>	+					
346.	<i>Rivula sericealis</i>	+					

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8
347.	<i>Ectypa glyphica</i>	+					
348.	<i>Callistege mi</i>	+					
	<u>Pieridae</u>						
349.	<i>Pieris rapae</i>	+					
350.	<i>Pieris brassicae</i>	+					
	<u>Nymphalidae</u>						
351.	<i>Polygonia c-album</i>	+					
352.	<i>Nymphalis polychloros</i>	+					
353.	<i>Nymphalis antiopa</i>	+					
354.	<i>Inachis io</i>	+					
355.	<i>Aglais urticae</i>	+					
356.	<i>Cynthia cardui</i>	+					
357.	<i>Vanessa atalanta</i>	+					
358.	<i>Araschnia levana</i>	+					
359.	<i>Argynnis aglaja</i>	+					
	<u>Lycaenidae</u>						
360.	<i>Polyommatus icarus</i>	+					
361.	<i>Polyommatus amandus</i>	+					
	HYMENOPTERA						
	<u>Tenthredinidae</u>						
362.	<i>Rhogogaster viridis</i>	+					
363.	<i>Rhogogaster punctulata</i>	+					
364.	<i>Dolerus gonager</i>	+					
365.	<i>Dolerus pratensis</i>	+					
366.	<i>Macrophya duodecimpunctata</i>	+					
	<u>Ichneumonidae</u>						
367.	<i>Amblyteles pictus</i>						+
368.	<i>Pimpla instigator</i>						+
369.	<i>Ephialtes manifestator</i>						+
	<u>Braconidae</u>						
370.	<i>Apanteles glomeratus</i>						+

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8
	<u>Chrysididae</u>						
371.	<i>Chrysis ignita</i>						+
	<u>Pompilidae</u>						
372.	<i>Anoplius viaticus</i>		+				
373.	<i>Calicurgus hyalinatus</i>		+				
	<u>Vespidae</u>						
374.	<i>Vespula vulgaris</i>		+				
375.	<i>Vespula germanica</i>		+				
376.	<i>Eumenes coarctatus</i>		+				
	<u>Formicidae</u>						
377.	<i>Lasius flavus</i>			+			
378.	<i>Lasius niger</i>			+			
379.	<i>Formica rufa</i>			+			
380.	<i>Formica fusca</i>			+			
	<u>Sphecidae</u>						
381.	<i>Sphecx maxillosus</i>		+				
382.	<i>Ammophila sabulosa</i>		+				
	<u>Halictidae</u>						
383.	<i>Sphecodes gibbus</i>						+
	<u>Apidae</u>						
384.	<i>Apis mellifera</i>	+					
385.	<i>Bombus agrorum</i>	+					
386.	<i>Bombus muscorum</i>	+					
387.	<i>Bombus silvarum</i>	+					
388.	<i>Bombus terrestris</i>	+					
389.	<i>Bombus lapidarius</i>	+					
390.	<i>Dasygoda plumipes</i>	+					
391.	<i>Andrena rosae</i>	+					
392.	<i>Psithyrus bohemicus</i>						+
393.	<i>Psithyrus rupestris</i>						+
394.	<i>Anthophora furcata</i>	+					

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8
395.	<i>Megachile centuncularis</i>	+					
396.	<i>Osmia rufa</i>	+					
397.	<i>Xylocopa valga</i>	+					
	<u>DIPTERA</u>						
	<u>Tipulidae</u>						
398.	<i>Nephrotoma appendiculata</i>	+					
399.	<i>Tipula varipennis</i>	+					
	<u>Asilidae</u>						
400.	<i>Machimus cingulatus</i>		+				
	<u>Empididae</u>						
401.	<i>Empis tessellata</i>			+			
	<u>Syrphidae</u>						
402.	<i>Cheilosia rotundicornis</i>	+					
403.	<i>Melangyna umbellatarum</i>	+					
404.	<i>Pipiza noctiluca</i>	+					
405.	<i>Sphaerophoria menthastri</i>	+					
406.	<i>Sphaerophoria rueppellii</i>	+					
407.	<i>Sphaerophoria scripta</i>	+					
	<u>Lauxaniidae</u>						
408.	<i>Sapromyza sexpunctata</i>				+		
	<u>Heleomyzidae</u>						
409.	<i>Suillia affinis</i>				+		
	<u>Tephritidae</u>						
410.	<i>Urophora cuspidata</i>	+					
	<u>Anthomyidae</u>						
411.	<i>Delia floralis</i>	+					
412.	<i>Delia radicum</i>	+					
	<u>Muscidae</u>						
413.	<i>Thricops lividiventris</i>				+		
	<u>Calliphoridae</u>						
414.	<i>Cynomya mortuorum</i>				+		

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8
415.	<i>Lucilia caesar</i>				+		
416.	<i>Pollenia rudis</i>				+		
	<u>Sarcophagidae</u>						
417.	<i>Sarcophaga carnaria</i>				+		
	<u>Tachinidae</u>						
418.	<i>Microphthalma disjuncta</i>						+
	<u>Rhagionidae</u>						
419.	<i>Rhagio scolopaceus</i>		+				
	<u>Tabanidae</u>						
420.	<i>Chrysops caecutiens</i>						+
421.	<i>Haematopota pluvialis</i>						+

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Зоогеографическая характеристика насекомых в районах линий электропередач

Таблица В.1 – Зоогеографическая характеристика насекомых в районах линий электропередач

№	Систематическая принадлежность	Тип ареала							
		Космополитный	Голарктический	Транспалеарктический	Западно-центральнопалеарктический	Западнопалеарктический	Юго-Западнопалеарктический регион	Европейский	Трансевроазиатский
	NEUROPTERA								
	<u>Chrysopidae</u>								
1.	<i>Chrysotropia ciliata</i>							+	
2.	<i>Chrysopa perla</i>							+	
	ORTHOPTERA								
	<u>Tettigonioidea</u>								
3.	<i>Tettigonia cantans</i>			+					
4.	<i>Tettigonia viridissima</i>			+					
5.	<i>Decticus verrucivorus</i>								+
6.	<i>Metrioptera roeselii</i>								+
	<u>Gryllotalpidae</u>								
7.	<i>Gryllotalpa gryllotalpa</i>								+
	<u>Tetrigidae</u>								
8.	<i>Tetrix subulata</i>			+					
	<u>Acrididae</u>								
9.	<i>Podisma pedestris</i>			+					
10.	<i>Chorthippus apricarius</i>			+					
11.	<i>Chorthippus biguttulus</i>			+					
12.	<i>Stauroderus scalaris</i>			+					
	HOМОPTERA								
	<u>Membracidae</u>								

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
13.	<i>Centrotus cornutus</i>							+	
	<u><i>Cicadellidae</i></u>								
14.	<i>Cicadella viridis</i>		+						
	<u><i>Cercopidae</i></u>								
15.	<i>Cercopis sanguinea</i>							+	
	<u><i>Aphrophoridae</i></u>								
16.	<i>Lepyronia coleoptrata</i>								+
	HEMIPTERA								
	<u><i>Saldidae</i></u>								
17.	<i>Saldula saltatoria</i>							+	
	<u><i>Nabidae</i></u>								
18.	<i>Nabis brevis</i>				+				
19.	<i>Nabis ferus</i>				+				
	<u><i>Miridae</i></u>								
20.	<i>Adelphocoris lineolatus</i>		+						
21.	<i>Adelphocoris reichelii</i>		+						
22.	<i>Deraeocoris punctulatus</i>							+	
23.	<i>Leptopterna dolabrata</i>			+					
24.	<i>Lygus rugulipennis</i>			+					
25.	<i>Stenodema calcarata</i>			+					
	<u><i>Tingitidae</i></u>								
26.	<i>Tingis cardui</i>			+					
	<u><i>Berytidae</i></u>								
27.	<i>Berytinus clavipes</i>				+				
28.	<i>Berytinus minor</i>				+				
	<u><i>Lygaeidae</i></u>								
29.	<i>Aphanus rolandri</i>				+				
30.	<i>Nysius ericae</i>		+						
31.	<i>Pterotmetus staphyliniformis</i>			+					
32.	<i>Raglius alboacuminatus</i>				+				

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
55.	<i>Clivina fossor</i>			+					
56.	<i>Asaphidion flavipes</i>			+					
57.	<i>Bembidion lampros</i>		+						
58.	<i>Bembidion properans</i>		+						
59.	<i>Bembidion punctulatum</i>					+			
60.	<i>Bembidion biguttatum</i>			+					
61.	<i>Bembidion quadrimaculatum</i>			+					
62.	<i>Poecilus cupreus</i>					+			
63.	<i>Poecilus versicolor</i>			+					
64.	<i>Poecilus lepidus</i>					+			
65.	<i>Poecilus punctulatus</i>					+			
66.	<i>Pterostichus niger</i>			+					
67.	<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>					+			
68.	<i>Pterostichus melanarius</i>					+			
69.	<i>Calathus fuscipes</i>			+					
70.	<i>Calathus melanocephalus</i>				+				
71.	<i>Dolichus halensis</i>								+
72.	<i>Sericoda quadripunctata</i>			+					
73.	<i>Agonum fuliginosum</i>				+				
74.	<i>Platynus assimilis</i>					+			
75.	<i>Anchomenus dorsalis</i>			+					
76.	<i>Olisthopus rotundatus</i>							+	
77.	<i>Amara aenea</i>					+			
78.	<i>Amara communis</i>					+			
79.	<i>Amara eurynota</i>					+			
80.	<i>Amara familiaris</i>					+			
81.	<i>Amara spreta</i>					+			
82.	<i>Amara equestris</i>					+			
83.	<i>Curtonotus aulicus</i>					+			

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
111.	<i>Colon latum</i>		+						
	<u>Leiodidae</u>								
112.	<i>Anisotoma humeralis</i>		+						
113.	<i>Anisotoma orbicularis</i>		+						
	<u>Cholevidae</u>								
114.	<i>Sciodrepoides watsoni</i>		+						
	<u>Silphidae</u>								
115.	<i>Oiceoptoma thoracica</i>			+					
116.	<i>Thanatophilus rugosus</i>							+	
117.	<i>Thanatophilus sinuatus</i>							+	
118.	<i>Silpha carinata</i>		+						
119.	<i>Silpha obscura</i>		+						
120.	<i>Silpha tristis</i>		+						
121.	<i>Phosphuga atrata</i>							+	
122.	<i>Nicrophorus humator</i>				+				
123.	<i>Nicrophorus vespillo</i>		+						
124.	<i>Nicrophorus vespilloides</i>		+						
	<u>Staphylinidae</u>								
125.	<i>Olophrum assimile</i>			+					
126.	<i>Oxytelus rugosus</i>							+	
127.	<i>Oxyporus rufus</i>							+	
128.	<i>Stenus bimaculatus</i>			+					
129.	<i>Paederus riparius</i>			+					
130.	<i>Lathrobium terminatum</i>			+					
131.	<i>Othius punctulatus</i>			+					
132.	<i>Emus hirtus</i>							+	
133.	<i>Tasgius melanarius</i>			+					
134.	<i>Ocypus fuscatus</i>			+					
135.	<i>Philonthus cruentatus</i>			+					
136.	<i>Philonthus decorus</i>			+					
137.	<i>Staphylinus caesareus</i>		+						

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
138.	<i>Bolitobius cingulatus</i>								+
139.	<i>Tachyporus chrysomelinus</i>		+						
140.	<i>Tachinus laticollis</i>			+					
141.	<i>Tachinus rufipes</i>			+					
142.	<i>Habrocerus capillaricornis</i>				+				
143.	<i>Conosoma bipunctatum</i>			+					
144.	<i>Drusilla canaliculata</i>			+					
145.	<i>Zyras limbatus</i>							+	
146.	<i>Aleochara bilineata</i>			+					
147.	<i>Scaphidium quadrimaculatum</i>					+			
148.	<i>Scaphisoma boreale</i>		+						
149.	<i>Scaphisoma subalpinus</i>		+						
	<u>Trogidae</u>								
150.	<i>Trox sabulosus</i>							+	
	<u>Scarabaeidae</u>								
151.	<i>Aphodius ater</i>				+				
152.	<i>Aphodius pussilus</i>				+				
153.	<i>Aphodius sphaelatus</i>				+				
154.	<i>Copris lunaris</i>				+				
155.	<i>Onthophagus nuchicornis</i>			+					
156.	<i>Onthophagus ovatus</i>				+				
157.	<i>Onthophagus vacca</i>							+	
158.	<i>Melolontha melolontha</i>			+					
159.	<i>Oxythyrea funesta</i>					+			
160.	<i>Cetonia aurata</i>			+					
161.	<i>Protaetia metallica</i>				+				
	<u>Eucinetidae</u>								
162.	<i>Eucinetus haemorrhoidalis</i>			+					
	<u>Byrrhidae</u>								
163.	<i>Byrrhus pilula</i>			+					

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
188.	<i>Dasytes niger</i>							+	
	<u>Malachiidae</u>								
189.	<i>Malachius bipustulatus</i>		+						
190.	<i>Malachius viridis</i>		+						
	<u>Meloidae</u>								
191.	<i>Meloe proscarabaeus</i>			+					
192.	<i>Meloe brevicollis</i>			+					
	<u>Nitidulidae</u>								
193.	<i>Epuraea angustula</i>		+						
194.	<i>Epuraea biguttata</i>			+					
195.	<i>Epuraea contractula</i>								+
196.	<i>Ipidia binotata</i>					+			
197.	<i>Pocadius ferrugineus</i>					+			
198.	<i>Glischrochilus grandis</i>		+						
199.	<i>Glischrochilus hortensis</i>			+					
200.	<i>Glischrochilus quadrisignatus</i>		+						
	<u>Erotylidae</u>								
201.	<i>Dacne bipustulata</i>			+					
	<u>Byturidae</u>								
202.	<i>Byturus ochraceus</i>		+						
203.	<i>Byturus tomentosus</i>		+						
	<u>Phalacridae</u>								
204.	<i>Olibrus aeneus</i>			+					
205.	<i>Olibrus bicolor</i>			+					
	<u>Sphindidae</u>								
206.	<i>Aspidiphorus orbiculatus</i>			+					
	<u>Corylophidae</u>								
207.	<i>Orthoperus corticalis</i>			+					
	<u>Coccinellidae</u>								
208.	<i>Scymnus frontalis</i>		+						

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
209.	<i>Propylea quatuordecimpunctata</i>							+	
210.	<i>Coccinella undecimpunctata</i>				+				
211.	<i>Coccinella septempunctata</i>		+						
212.	<i>Adalia bipunctata</i>	+							
	<u>Lathridiidae</u>								
213.	<i>Corticarina fuscula</i>			+					
214.	<i>Melanophthalma maura</i>			+					
215.	<i>Melanophthalma transversalis</i>			+					
216.	<i>Enicmus rugosus</i>			+					
	<u>Mycetophagidae</u>								
217.	<i>Mycetophagus quadripustulatus</i>		+						
	<u>Ciidae</u>								
218.	<i>Cis boleti</i>			+					
219.	<i>Cis castaneus</i>			+					
220.	<i>Orthocis lucasi</i>			+					
	<u>Mordellidae</u>								
221.	<i>Mordella aculeata</i>								+
222.	<i>Tomoxia bucephala</i>				+				
223.	<i>Mordellistena pumila</i>			+					
224.	<i>Mordellochroa abdominalis</i>				+				
	<u>Oedemeridae</u>								
225.	<i>Oedemera lurida</i>				+				
226.	<i>Oedemera virescens</i>				+				
	<u>Pyrochroidae</u>								
227.	<i>Pyrochroa coccinea</i>				+				
228.	<i>Schizotus pectinicornis</i>							+	
	<u>Salpingidae</u>								
229.	<i>Salpingus planirostris</i>				+				

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<u>Tenebrionidae</u>								
230.	<i>Lagria hirta</i>					+			
231.	<i>Opatrum sabulosum</i>								+
	<u>Cerambycidae</u>								
232.	<i>Rhagium mordax</i>					+			
233.	<i>Aromia moschata</i>			+					
234.	<i>Ropalopus macropus</i>				+				
235.	<i>Dorcadion holosericeum</i>				+				
236.	<i>Agapanthia violacea</i>							+	
237.	<i>Agapanthia dahli</i>				+				
238.	<i>Agapanthia villosoviridescens</i>				+				
	<u>Orsodacnidae</u>								
239.	<i>Orsodacne cerasi</i>				+				
	<u>Chrysomelidae</u>								
240.	<i>Oulema erichsonii</i>			+					
241.	<i>Oulema lichenis</i>			+					
242.	<i>Oulema melanopus</i>				+				
243.	<i>Oulema tristis</i>			+					
244.	<i>Labidostomis longimana</i>			+					
245.	<i>Bromius obscurus</i>		+						
246.	<i>Chrysolina fastuosa</i>								+
247.	<i>Chrysolina staphylaea</i>		+						
248.	<i>Chrysolina violacea</i>				+				
249.	<i>Gastrophysa viridula</i>		+						
250.	<i>Phaedon laevigatus</i>				+				
251.	<i>Chrysomela vigintipunctata</i>			+					
252.	<i>Galeruca tanaceti</i>		+						
253.	<i>Altica oleracea</i>			+					
254.	<i>Longitarsus melanocephalus</i>					+			
255.	<i>Longitarsus nasturtii</i>			+					

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
256.	<i>Chaetocnema aridula</i>			+					
257.	<i>Chaetocnema concinna</i>			+					
258.	<i>Chaetocnema hortensis</i>			+					
259.	<i>Crepidodera aurata</i>			+					
260.	<i>Crepidodera fulvicornis</i>				+				
261.	<i>Phyllotreta nemorum</i>		+						
262.	<i>Psylliodes napi</i>			+					
263.	<i>Podagrica fuscicornis</i>		+						
264.	<i>Cassida margaritacea</i>								+
265.	<i>Cassida nebulosa</i>			+					
266.	<i>Cassida rubiginosa</i>				+				
	<u>Anthribidae</u>								
267.	<i>Dissoleucas niveirostris</i>			+					
	<u>Attelabidae</u>								
268.	<i>Deporaus betulae</i>				+				
	<u>Apionidae</u>								
269.	<i>Protapion assimile</i>			+					
270.	<i>Apion frumentarium</i>			+					
271.	<i>Catapion seniculus</i>							+	
	<u>Dryophthoridae</u>								
272.	<i>Sphenophorus striatopunctatus</i>			+					
	<u>Eirirhinidae</u>								
273.	<i>Grypus equiseti</i>		+						
	<u>Curculionidae</u>								
274.	<i>Baris artemisiae</i>			+					
275.	<i>Ellescus bipunctatus</i>							+	
276.	<i>Orchestes rusci</i>								+
277.	<i>Pseudorchestes circumvistulanus</i>			+					
278.	<i>Tachyerges stigma</i>			+					

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
279.	<i>Ceutorhynchus rapae</i>			+					
280.	<i>Ceutorhynchus typhae</i>			+					
281.	<i>Glocianus punctiger</i>		+						
282.	<i>Microplontus campestris</i>							+	
283.	<i>Nedyus quadrimaculatus</i>			+					
284.	<i>Thamiocolus viduatus</i>								+
285.	<i>Trichosirocalus troglodytes</i>				+				
286.	<i>Scleropterus serratus</i>							+	
287.	<i>Coryssomerus capucinus</i>			+					
288.	<i>Cryptorhynchus lapathi</i>		+						
289.	<i>Otiorhynchus ligustici</i>				+				
290.	<i>Otiorhynchus ovatus</i>		+						
291.	<i>Phyllobius contemptus</i>							+	
292.	<i>Phyllobius maculicornis</i>			+					
293.	<i>Polydrusus undatus</i>			+					
294.	<i>Brachysomus echinatus</i>								+
295.	<i>Sciaphilus asperatus</i>							+	
296.	<i>Sitona inops</i>								+
297.	<i>Sitona linearis</i>			+					
298.	<i>Sitona lineatus</i>			+					
299.	<i>Sitona macularius</i>	+							
300.	<i>Sitona hispidulus</i>		+						
301.	<i>Sitona suturalis</i>			+					
302.	<i>Tanymecus palliatus</i>				+				
303.	<i>Hypera meles</i>		+						
304.	<i>Hypera nigrirostris</i>		+						
305.	<i>Hypera transsylvanica</i>				+				
306.	<i>Asproparthenis punctiventris</i>						+		
307.	<i>Cleonus pigra</i>			+					
308.	<i>Cyphocleonus dealbatus</i>				+				

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
331.	<i>Epirrhoe alternata</i>								+
332.	<i>Semiothisa clathrata</i>			+					
333.	<i>Cabera pusaria</i>			+					
334.	<i>Cabera exanthemata</i>		+						
335.	<i>Colotois pennaria</i>						+		
	<u>Noctuidae</u>								
336.	<i>Agrotis segetum</i>	+							
337.	<i>Autographa gamma</i>								+
338.	<i>Acronicta megacephala</i>								+
339.	<i>Amphipoea fucosa</i>							+	
340.	<i>Amphipyra perflua</i>								+
341.	<i>Eupsilia transversa</i>			+					
342.	<i>Mamestra brassicae</i>		+						
343.	<i>Mamestra oleracea</i>			+					
344.	<i>Orthosia gothica</i>			+					
	<u>Erebidae</u>								
345.	<i>Spilosoma menthastri</i>			+					
346.	<i>Rivula sericealis</i>							+	
347.	<i>Ectypa glyphica</i>							+	
348.	<i>Callistege mi</i>								+
	<u>Pieridae</u>								
349.	<i>Pieris rapae</i>			+					
350.	<i>Pieris brassicae</i>	+							
	<u>Nymphalidae</u>								
351.	<i>Polygonia c-album</i>			+					
352.	<i>Nymphalis polychloros</i>			+					
353.	<i>Nymphalis antiopa</i>			+					
354.	<i>Inachis io</i>			+					
355.	<i>Aglais urticae</i>			+					
356.	<i>Cynthia cardui</i>		+						
357.	<i>Vanessa atalanta</i>		+						

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
358.	<i>Araschnia levana</i>			+					
359.	<i>Argynnis aglaja</i>			+					
	<u>Lycaenidae</u>								
360.	<i>Polyommatus icarus</i>		+						
361.	<i>Polyommatus amandus</i>								+
	<u>HYMENOPTERA</u>								
	<u>Tenthredinidae</u>								
362.	<i>Rhogogaster viridis</i>		+						
363.	<i>Rhogogaster punctulata</i>							+	
364.	<i>Dolerus gonager</i>							+	
365.	<i>Dolerus pratensis</i>								+
366.	<i>Macrophya duodecimpunctata</i>							+	
	<u>Ichneumonidae</u>								
367.	<i>Amblyteles pictus</i>			+					
368.	<i>Pimpla instigator</i>			+					
369.	<i>Ephialtes manifestator</i>			+					
	<u>Braconidae</u>								
370.	<i>Apanteles glomeratus</i>			+					
	<u>Chrysididae</u>								
371.	<i>Chrysis ignita</i>							+	
	<u>Pompilidae</u>								
372.	<i>Anoplius viaticus</i>			+					
373.	<i>Calicurgus hyalinatus</i>					+			
	<u>Vespidae</u>								
374.	<i>Vespula vulgaris</i>	+							
375.	<i>Vespula germanica</i>	+							
376.	<i>Eumenes coarctatus</i>	+							
	<u>Formicidae</u>								
377.	<i>Lasius flavus</i>		+						
378.	<i>Lasius niger</i>			+					

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
402.	<i>Cheilosia rotundicornis</i>			+					
403.	<i>Melangyna umbellatarum</i>			+					
404.	<i>Pipiza noctiluca</i>								+
405.	<i>Sphaerophoria menthastri</i>								+
406.	<i>Sphaerophoria rueppellii</i>			+					
407.	<i>Sphaerophoria scripta</i>								+
	<u>Lauxaniidae</u>								
408.	<i>Sapromyza sexpunctata</i>			+					
	<u>Heleomyzidae</u>								
409.	<i>Suillia affinis</i>			+					
	<u>Tephritidae</u>								
410.	<i>Urophora cuspidata</i>			+					
	<u>Anthomydae</u>								
411.	<i>Delia floralis</i>		+						
412.	<i>Delia radicum</i>		+						
	<u>Muscidae</u>								
413.	<i>Thricops lividiventris</i>			+					
	<u>Calliphoridae</u>								
414.	<i>Cynomya mortuorum</i>	+							
415.	<i>Lucilia caesar</i>			+					
416.	<i>Pollenia rudis</i>			+					
	<u>Sarcophagidae</u>								
417.	<i>Sarcophaga carnaria</i>			+					
	<u>Tachinidae</u>								
418.	<i>Microphthalma disjuncta</i>		+						
	<u>Rhagionidae</u>								
419.	<i>Rhagio scolopaceus</i>				+				
	<u>Tabanidae</u>								
420.	<i>Chrysops caecutiens</i>								+
421.	<i>Haematopota pluvialis</i>					+			

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Гигропреферендум насекомых в районах линий электропередач

Таблица Г.1 – Гигропреферендум насекомых в районах линий электропередач

№	Систематическая принадлежность	Гигропреферендум преферендум			
		Гидрофилы	Гигрофилы	Мезофилы	Ксерофилы
	NEUROPTERA				
	<u>Chrysopidae</u>				
1.	<i>Chrysotropia ciliata</i>			+	
2.	<i>Chrysopa perla</i>			+	
	ORTHOPTERA				
	<u>Tettigoniodea</u>				
3.	<i>Tettigonia cantans</i>			+	
4.	<i>Tettigonia viridissima</i>			+	
5.	<i>Decticus verrucivorus</i>			+	
6.	<i>Metrioptera roeselii</i>		+		
	<u>Gryllotalpidae</u>				
7.	<i>Gryllotalpa gryllotalpa</i>		+		
	<u>Tetrigidae</u>				
8.	<i>Tetrix subulata</i>			+	
	<u>Acrididae</u>				
9.	<i>Podisma pedestris</i>			+	
10.	<i>Chorthippus apricarius</i>			+	
11.	<i>Chorthippus biguttulus</i>			+	
12.	<i>Stauroderus scalaris</i>			+	
	HOMOPTERA				
	<u>Membracidae</u>				
13.	<i>Centrotus cornutus</i>			+	
	<u>Cicadellidae</u>				
14.	<i>Cicadella viridis</i>			+	
	<u>Cercopidae</u>				
15.	<i>Cercopis sanguinea</i>			+	
	<u>Aphrophoridae</u>				
16.	<i>Lepyronia coleoptrata</i>			+	
	HEMIPTERA				
	<u>Saldidae</u>				
17.	<i>Saldula saltatoria</i>		+		
	<u>Nabidae</u>				
18.	<i>Nabis brevis</i>			+	
19.	<i>Nabis ferus</i>			+	
	<u>Miridae</u>				
20.	<i>Adelphocoris lineolatus</i>			+	
21.	<i>Adelphocoris reichelii</i>			+	
22.	<i>Deraeocoris punctulatus</i>			+	
23.	<i>Leptopterna dolabrata</i>			+	

Продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4	5	6
24.	<i>Lygus rugulipennis</i>			+	
25.	<i>Stenodema calcarata</i>			+	
	<u>Tingitidae</u>				
26.	<i>Tingis cardui</i>			+	
	<u>Berytidae</u>				
27.	<i>Berytinus clavipes</i>			+	
28.	<i>Berytinus minor</i>			+	
	<u>Lygaeidae</u>				
29.	<i>Aphanus rolandri</i>			+	
30.	<i>Nysius ericae</i>			+	
31.	<i>Pterotmetus staphyliniformis</i>		+		
32.	<i>Raglius alboacuminatus</i>			+	
33.	<i>Rhyparochromus pini</i>			+	
34.	<i>Sphragisticus nebulosus</i>			+	
	<u>Pyrrhocoridae</u>				
35.	<i>Pyrrhocoris apterus</i>			+	
	<u>Coreidae</u>				
36.	<i>Coriomeris denticulatus</i>			+	
37.	<i>Coreus marginatus</i>			+	
	<u>Rhopalidae</u>				
38.	<i>Stictopleurus punctatonervosus</i>				+
	<u>Stenocephalidae</u>				
39.	<i>Dicranocephalus agilis</i>			+	
	<u>Scutelleridae</u>				
40.	<i>Eurygaster integriceps</i>				+
	<u>Pentatomidae</u>				
41.	<i>Aelia acuminata</i>			+	
42.	<i>Palomena prasina</i>			+	
43.	<i>Dolycoris baccarum</i>			+	
	COLEOPTERA				
	<u>Carabidae</u>				
44.	<i>Cylindera germanica</i>			+	
45.	<i>Cicindela campestris</i>				+
46.	<i>Leistus ferrugineus</i>			+	
47.	<i>Notiophilus palustris</i>		+		
48.	<i>Calosoma inquisitor</i>			+	
49.	<i>Carabus cancellatus</i>			+	
50.	<i>Carabus granulatus</i>		+		
51.	<i>Carabus nemoralis</i>			+	
52.	<i>Carabus hortensis</i>			+	
53.	<i>Carabus coriaceus</i>			+	
54.	<i>Cychrus caraboides</i>		+		
55.	<i>Clivina fossor</i>			+	
56.	<i>Asaphidion flavipes</i>		+		
57.	<i>Bembidion lampros</i>			+	
58.	<i>Bembidion properans</i>			+	

Продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4	5	6
59.	<i>Bembidion punctulatum</i>		+		
60.	<i>Bembidion biguttatum</i>			+	
61.	<i>Bembidion quadrimaculatum</i>			+	
62.	<i>Poecilus cupreus</i>			+	
63.	<i>Poecilus versicolor</i>			+	
64.	<i>Poecilus lepidus</i>			+	
65.	<i>Poecilus punctulatus</i>			+	
66.	<i>Pterostichus niger</i>			+	
67.	<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>			+	
68.	<i>Pterostichus melanarius</i>			+	
69.	<i>Calathus fuscipes</i>			+	
70.	<i>Calathus melanocephalus</i>			+	
71.	<i>Dolichus halensis</i>			+	
72.	<i>Sericoda quadripunctata</i>			+	
73.	<i>Agonum fuliginosum</i>			+	
74.	<i>Platynus assimilis</i>			+	
75.	<i>Anchomenus dorsalis</i>				+
76.	<i>Olisthopus rotundatus</i>			+	
77.	<i>Amara aenea</i>			+	
78.	<i>Amara communis</i>			+	
79.	<i>Amara eurynota</i>			+	
80.	<i>Amara familiaris</i>			+	
81.	<i>Amara spreta</i>			+	
82.	<i>Amara equestris</i>			+	
83.	<i>Curtonotus aulicus</i>			+	
84.	<i>Anisodactylus binotatus</i>			+	
85.	<i>Anisodactylus nemorivagus</i>			+	
86.	<i>Anisodactylus signatus</i>			+	
87.	<i>Bradycellus caucasicus</i>			+	
88.	<i>Acupalpus meridianus</i>			+	
89.	<i>Harpalus rufipes</i>			+	
90.	<i>Harpalus rubripes</i>			+	
91.	<i>Harpalus anxius</i>			+	
92.	<i>Harpalus latus</i>			+	
93.	<i>Harpalus xanthropus</i>			+	
94.	<i>Harpalus luteicornis</i>			+	
95.	<i>Harpalus affinis</i>			+	
96.	<i>Harpalus distinguendus</i>			+	
97.	<i>Panagaeus bipustulatus</i>			+	
98.	<i>Callistus lunatus</i>			+	
99.	<i>Licinus depressus</i>			+	
100.	<i>Badister bullatus</i>			+	
101.	<i>Badister unipustulatus</i>			+	
102.	<i>Badister sodalis</i>			+	
103.	<i>Paradromius linearis</i>			+	
104.	<i>Microlestes maurus</i>		+		

Продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4	5	6
105.	<i>Microlestes minutulus</i>				+
106.	<i>Drypta dentata</i>		+		
	<u>Hydrophilidae</u>				
107.	<i>Hydrobius fuscipes</i>	+			
	<u>Histeridae</u>				
108.	<i>Hister unicolor</i>			+	
109.	<i>Margarinotus carbonarius</i>			+	
110.	<i>Atholus bimaculatus</i>			+	
	<u>Colonidae</u>				
111.	<i>Colon latum</i>			+	
	<u>Leiodidae</u>				
112.	<i>Anisotoma humeralis</i>			+	
113.	<i>Anisotoma orbicularis</i>			+	
	<u>Cholevidae</u>				
114.	<i>Sciodrepoides watsoni</i>			+	
	<u>Silphidae</u>				
115.	<i>Oiceoptoma thoracica</i>			+	
116.	<i>Thanatophilus rugosus</i>			+	
117.	<i>Thanatophilus sinuatus</i>			+	
118.	<i>Silpha carinata</i>			+	
119.	<i>Silpha obscura</i>			+	
120.	<i>Silpha tristis</i>			+	
121.	<i>Phosphuga atrata</i>			+	
122.	<i>Nicrophorus humator</i>			+	
123.	<i>Nicrophorus vespillo</i>			+	
124.	<i>Nicrophorus vespilloides</i>			+	
	<u>Staphylinidae</u>				
125.	<i>Olophrum assimile</i>			+	
126.	<i>Oxytelus rugosus</i>		+		
127.	<i>Oxyporus rufus</i>			+	
128.	<i>Stenus bimaculatus</i>		+		
129.	<i>Paederus riparius</i>		+		
130.	<i>Lathrobium terminatum</i>		+		
131.	<i>Othius punctulatus</i>			+	
132.	<i>Emus hirtus</i>			+	
133.	<i>Tasgius melanarius</i>		+		
134.	<i>Ocypus fuscatus</i>		+		
135.	<i>Philonthus cruentatus</i>			+	
136.	<i>Philonthus decorus</i>			+	
137.	<i>Staphylinus caesareus</i>			+	
138.	<i>Bolitobius cingulatus</i>			+	
139.	<i>Tachyporus chrysomelinus</i>			+	
140.	<i>Tachinus laticollis</i>			+	
141.	<i>Tachinus rufipes</i>			+	
142.	<i>Habrocerus capillaricornis</i>		+		
143.	<i>Conosoma bipunctatum</i>			+	

Продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4	5	6
144.	<i>Drusilla canaliculata</i>			+	
145.	<i>Zyras limbatus</i>			+	
146.	<i>Aleochara bilineata</i>			+	
147.	<i>Scaphidium quadrimaculatum</i>			+	
148.	<i>Scaphisoma boreale</i>			+	
149.	<i>Scaphisoma subalpinus</i>			+	
	<u>Trogidae</u>				
150.	<i>Trox sabulosus</i>				+
	<u>Scarabaeidae</u>				
151.	<i>Aphodius ater</i>		+		
152.	<i>Aphodius pussilus</i>			+	
153.	<i>Aphodius sphaelatus</i>			+	
154.	<i>Copris lunaris</i>			+	
155.	<i>Onthophagus nuchicornis</i>			+	
156.	<i>Onthophagus ovatus</i>			+	
157.	<i>Onthophagus vacca</i>			+	
158.	<i>Melolontha melolontha</i>			+	
159.	<i>Oxythyrea funesta</i>			+	
160.	<i>Cetonia aurata</i>			+	
161.	<i>Protaetia metallica</i>			+	
	<u>Eucinetidae</u>				
162.	<i>Eucinetus haemorrhoidalis</i>			+	
	<u>Byrrhidae</u>				
163.	<i>Cytilus sericeus</i>			+	
164.	<i>Lamprobyrrhulus nitidus</i>			+	
165.	<i>Byrrhus pilula</i>		+		
166.	<i>Byrrhus pustulatus</i>		+		
	<u>Limnichidae</u>				
167.	<i>Limnichus sericeus</i>		+		
	<u>Elateridae</u>				
168.	<i>Agrypnus murinus</i>			+	
169.	<i>Agriotes lineatus</i>		+		
170.	<i>Agriotes obscurus</i>		+		
171.	<i>Agriotes sputator</i>		+		
172.	<i>Ampedus cinnabarinus</i>		+		
173.	<i>Ampedus pomorum</i>		+		
174.	<i>Athous rufus</i>			+	
175.	<i>Athous subfuscus</i>			+	
176.	<i>Denticollis linearis</i>			+	
177.	<i>Anostirus castaneus</i>			+	
178.	<i>Oedostethus quadripustulatus</i>			+	
	<u>Throscidae</u>				
179.	<i>Trixagus dermestoides</i>			+	
	<u>Cantharidae</u>				
180.	<i>Cantharis annularis</i>			+	
181.	<i>Cantharis fusca</i>			+	

Продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4	5	6
182.	<i>Cantharis pallida</i>			+	
183.	<i>Cantharis rufa</i>			+	
184.	<i>Cantharis rustica</i>			+	
185.	<i>Rhagonycha fulva</i>			+	
	<u>Dermestidae</u>				
186.	<i>Dermestes lanarius</i>			+	
187.	<i>Dermestes maculatus</i>			+	
	<u>Dasytidae</u>				
188.	<i>Dasytes niger</i>			+	
	<u>Malachiidae</u>				
189.	<i>Malachius bipustulatus</i>			+	
190.	<i>Malachius viridis</i>			+	
	<u>Meloidae</u>				
191.	<i>Meloe brevicollis</i>			+	
192.	<i>Meloe proscarabaeus</i>			+	
	<u>Nitidulidae</u>				
193.	<i>Epuraea angustula</i>			+	
194.	<i>Epuraea biguttata</i>			+	
195.	<i>Epuraea contractula</i>			+	
196.	<i>Ipidia binotata</i>			+	
197.	<i>Pocadius ferrugineus</i>			+	
198.	<i>Glischrochilus grandis</i>			+	
199.	<i>Glischrochilus hortensis</i>			+	
200.	<i>Glischrochilus quadrisignatus</i>			+	
	<u>Erotylidae</u>				
201.	<i>Dacne bipustulata</i>			+	
	<u>Byturidae</u>				
202.	<i>Byturus ochraceus</i>			+	
203.	<i>Byturus tomentosus</i>			+	
	<u>Phalacridae</u>				
204.	<i>Olibrus aeneus</i>			+	
205.	<i>Olibrus bicolor</i>			+	
	<u>Salpingidae</u>				
206.	<i>Salpingus planirostris</i>			+	
	<u>Corylophidae</u>				
207.	<i>Orthoperus corticalis</i>			+	
	<u>Coccinellidae</u>				
208.	<i>Scymnus frontalis</i>			+	
209.	<i>Propylea quatuordecimpunctata</i>			+	
210.	<i>Coccinella undecimpunctata</i>			+	
211.	<i>Coccinella septempunctata</i>			+	
212.	<i>Adalia bipunctata</i>			+	
	<u>Lathridiidae</u>				
213.	<i>Corticarina fuscula</i>			+	
214.	<i>Melanophthalma maura</i>			+	
215.	<i>Melanophthalma transversalis</i>			+	

Продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4	5	6
216.	<i>Enicmus rugosus</i>			+	
	<u>Mycetophagidae</u>				
217.	<i>Mycetophagus quadripustulatus</i>			+	
	<u>Ciidae</u>				
218.	<i>Cis boleti</i>			+	
219.	<i>Cis castaneus</i>			+	
220.	<i>Orthocis lucasi</i>			+	
	<u>Mordellidae</u>				
221.	<i>Mordella aculeata</i>			+	
222.	<i>Tomoxia bucephala</i>			+	
223.	<i>Mordellistena pumila</i>			+	
224.	<i>Mordellochroa abdominalis</i>			+	
	<u>Oedemeridae</u>				
225.	<i>Oedemera lurida</i>			+	
226.	<i>Oedemera virescens</i>			+	
	<u>Pyrochroidae</u>				
227.	<i>Pyrochroa coccinea</i>			+	
228.	<i>Schizotus pectinicornis</i>			+	
	<u>Sphindidae</u>				
229.	<i>Aspidiphorus orbiculatus</i>			+	
	<u>Tenebrionidae</u>				
230.	<i>Lagria hirta</i>			+	
231.	<i>Opatrum sabulosum</i>				+
	<u>Cerambycidae</u>				
232.	<i>Rhagium mordax</i>			+	
233.	<i>Aromia moschata</i>		+		
234.	<i>Ropalopus macropus</i>			+	
235.	<i>Dorcadion holosericeum</i>			+	
236.	<i>Agapanthia violacea</i>			+	
237.	<i>Agapanthia dahli</i>			+	
238.	<i>Agapanthia villosoviridescens</i>			+	
	<u>Orsodacnidae</u>				
239.	<i>Orsodacne cerasi</i>			+	
	<u>Chrysomelidae</u>				
240.	<i>Oulema erichsonii</i>			+	
241.	<i>Oulema lichenis</i>			+	
242.	<i>Oulema melanopus</i>			+	
243.	<i>Oulema tristis</i>			+	
244.	<i>Labidostomis longimana</i>			+	
245.	<i>Bromius obscurus</i>			+	
246.	<i>Chrysolina fastuosa</i>		+		
247.	<i>Chrysolina staphylaea</i>		+		
248.	<i>Chrysolina violacea</i>		+		
249.	<i>Gastrophysa viridula</i>			+	
250.	<i>Phaedon laevigatus</i>			+	
251.	<i>Chrysomela vigintipunctata</i>		+		

Продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4	5	6
252.	<i>Galeruca tanacetii</i>			+	
253.	<i>Altica oleracea</i>			+	
254.	<i>Longitarsus melanocephalus</i>			+	
255.	<i>Longitarsus nasturtii</i>			+	
256.	<i>Chaetocnema aridula</i>			+	
257.	<i>Chaetocnema concinna</i>			+	
258.	<i>Chaetocnema hortensis</i>			+	
259.	<i>Crepidodera aurata</i>		+		
260.	<i>Crepidodera fulvicornis</i>		+		
261.	<i>Phyllotreta nemorum</i>			+	
262.	<i>Psylliodes napi</i>			+	
263.	<i>Podagrica fuscicornis</i>			+	
264.	<i>Cassida margaritacea</i>			+	
265.	<i>Cassida nebulosa</i>			+	
266.	<i>Cassida rubiginosa</i>			+	
	<u>Anthribidae</u>				
267.	<i>Dissoleucas niveirostris</i>			+	
	<u>Attelabidae</u>				
268.	<i>Deporaus betulae</i>			+	
	<u>Apionidae</u>				
269.	<i>Protapion assimile</i>			+	
270.	<i>Apion frumentarium</i>			+	
271.	<i>Catapion seniculus</i>			+	
	<u>Dryophthoridae</u>				
272.	<i>Sphenophorus striatopunctatus</i>			+	
	<u>Eirrhinidae</u>				
273.	<i>Grypus equiseti</i>			+	
	<u>Curculionidae</u>				
274.	<i>Baris artemisiae</i>			+	
275.	<i>Ellescus bipunctatus</i>			+	
276.	<i>Orchestes rusci</i>			+	
277.	<i>Pseudorchestes circumvistulanus</i>			+	
278.	<i>Tachyerges stigma</i>			+	
279.	<i>Ceutorhynchus rapae</i>			+	
280.	<i>Ceutorhynchus typhae</i>			+	
281.	<i>Glocianus punctiger</i>			+	
282.	<i>Microplontus campestris</i>			+	
283.	<i>Nedyus quadrimaculatus</i>			+	
284.	<i>Thamiocolus viduatus</i>			+	
285.	<i>Trichosirocalus troglodytes</i>			+	
286.	<i>Scleropterus serratus</i>			+	
287.	<i>Coryssomerus capucinus</i>			+	
288.	<i>Cryptorhynchus lapathi</i>			+	
289.	<i>Otiorhynchus ligustici</i>			+	
290.	<i>Otiorhynchus ovatus</i>			+	
291.	<i>Phyllobius contemptus</i>			+	

Продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4	5	6
292.	<i>Phyllobius maculicornis</i>			+	
293.	<i>Polydrusus undatus</i>			+	
294.	<i>Brachysomus echinatus</i>			+	
295.	<i>Sciaphilus asperatus</i>			+	
296.	<i>Sitona hispidulus</i>			+	
297.	<i>Sitona inops</i>			+	
298.	<i>Sitona linearis</i>			+	
299.	<i>Sitona lineatus</i>			+	
300.	<i>Sitona macularius</i>			+	
301.	<i>Sitona suturalis</i>			+	
302.	<i>Tanymecus palliatus</i>			+	
303.	<i>Hypera meles</i>			+	
304.	<i>Hypera nigrirostris</i>			+	
305.	<i>Hypera transsylvanica</i>			+	
306.	<i>Asproparthenis punctiventris</i>			+	
307.	<i>Cleonus pigra</i>			+	
308.	<i>Cyphocleonus dealbatus</i>			+	
309.	<i>Mecaspis alternans</i>			+	
310.	<i>Larinus vulpes</i>			+	
311.	<i>Lixus iridis</i>			+	
312.	<i>Hylobius transversovittatus</i>			+	
313.	<i>Trachodes hispidus</i>			+	
	<u>Scolytidae</u>				
314.	<i>Hylesinus crenatus</i>			+	
	MECOPTERA				
315.	<i>Panorpa communis</i>		+		
	LEPIDOPTERA				
	<u>Tortricidae</u>				
316.	<i>Archips xylosteana</i>			+	
317.	<i>Choristoneura diversana</i>				+
318.	<i>Pandemis cerasana</i>			+	
319.	<i>Celypha striana</i>			+	
320.	<i>Epiblema foenella</i>			+	
321.	<i>Dichrorampha aeratana</i>			+	
	<u>Pterophoridae</u>				
322.	<i>Pterophorus pentadactyla</i>				+
	<u>Pyralidae</u>				
323.	<i>Eurrhyncha hortulata</i>			+	
324.	<i>Pleuroptya ruralis</i>			+	
	<u>Sphingidae</u>				
325.	<i>Hyles gallii</i>			+	
	<u>Notodontidae</u>				
326.	<i>Notodonta ziczac</i>		+		
	<u>Geometridae</u>				
327.	<i>Scopula immorata</i>				+
328.	<i>Calothyranis amata</i>				+

Продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4	5	6
329.	<i>Pelurga comitata</i>		+		
330.	<i>Campptogramma bilineata</i>		+		
331.	<i>Epirrhoe alternata</i>			+	
332.	<i>Semiothisa clathrata</i>			+	
333.	<i>Cabera pusaria</i>		+		
334.	<i>Cabera exanthemata</i>			+	
335.	<i>Colotois pennaria</i>			+	
	<u>Noctuidae</u>				
336.	<i>Agrotis segetum</i>			+	
337.	<i>Autographa gamma</i>				+
338.	<i>Acronicta megacephala</i>			+	
339.	<i>Amphipoea fucosa</i>			+	
340.	<i>Amphipyra perflua</i>			+	
341.	<i>Eupsilia transversa</i>				+
342.	<i>Mamestra brassicae</i>			+	
343.	<i>Mamestra oleracea</i>			+	
344.	<i>Orthosia gothica</i>			+	
	<u>Erebidae</u>				
345.	<i>Spilosoma menthastri</i>			+	
346.	<i>Rivula sericealis</i>		+		
347.	<i>Ectypa glyphica</i>				+
348.	<i>Callistege mi</i>			+	
	<u>Pieridae</u>				
349.	<i>Pieris rapae</i>				+
350.	<i>Pieris brassicae</i>				+
	<u>Nymphalidae</u>				
351.	<i>Polygonia c-album</i>				+
352.	<i>Nymphalis polychloros</i>			+	
353.	<i>Nymphalis antiopa</i>			+	
354.	<i>Inachis io</i>			+	
355.	<i>Aglais urticae</i>			+	
356.	<i>Cynthia cardui</i>			+	
357.	<i>Vanessa atalanta</i>				+
358.	<i>Araschnia levana</i>				+
359.	<i>Argynnis aglaja</i>			+	
	<u>Lycaenidae</u>				
360.	<i>Polyommatus icarus</i>			+	
361.	<i>Polyommatus amandus</i>			+	
	<u>HYMENOPTERA</u>				
	<u>Tenthredinidae</u>				
362.	<i>Rhogogaster viridis</i>			+	
363.	<i>Rhogogaster punctulata</i>			+	
364.	<i>Dolerus gonager</i>		+		
365.	<i>Dolerus pratensis</i>		+		
366.	<i>Macrophya duodecimpunctata</i>			+	
	<u>Ichneumonidae</u>				

Продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4	5	6
367.	<i>Amblyteles pictus</i>			+	
368.	<i>Pimpla instigator</i>			+	
369.	<i>Ephialtes manifestator</i>			+	
	<u>Braconidae</u>				
370.	<i>Apanteles glomeratus</i>			+	
	<u>Chrysididae</u>				
371.	<i>Chrysis ignita</i>			+	
	<u>Pompilidae</u>				
372.	<i>Anoplius viaticus</i>			+	
373.	<i>Calicurgus hyalinatus</i>			+	
	<u>Vespidae</u>				
374.	<i>Vespula vulgaris</i>			+	
375.	<i>Vespula germanica</i>			+	
376.	<i>Eumenes coarctatus</i>			+	
	<u>Formicidae</u>				
377.	<i>Lasius flavus</i>				+
378.	<i>Lasius niger</i>			+	
379.	<i>Formica rufa</i>			+	
380.	<i>Formica fusca</i>			+	
	<u>Sphecidae</u>				
381.	<i>Sphex maxillosus</i>			+	
382.	<i>Ammophila sabulosa</i>			+	
	<u>Halictidae</u>				
383.	<i>Sphecodes gibbus</i>			+	
	<u>Apidae</u>				
384.	<i>Apis mellifera</i>			+	
385.	<i>Bombus agrorum</i>			+	
386.	<i>Bombus muscorum</i>		+		
387.	<i>Bombus silvarum</i>			+	
388.	<i>Bombus terrestris</i>			+	
389.	<i>Bombus lapidarius</i>			+	
390.	<i>Dasygaster plumipes</i>			+	
391.	<i>Andrena rosae</i>			+	
392.	<i>Psithyrus bohemicus</i>			+	
393.	<i>Psithyrus rupestris</i>			+	
394.	<i>Anthophora furcata</i>			+	
395.	<i>Megachile centuncularis</i>			+	
396.	<i>Osmia rufa</i>			+	
397.	<i>Xylocopa valga</i>			+	
	DIPTERA				
	<u>Tipulidae</u>				
398.	<i>Nephrotoma appendiculata</i>			+	
399.	<i>Tipula varipennis</i>			+	
	<u>Asilidae</u>				
400.	<i>Machimus cingulatus</i>			+	
	<u>Empididae</u>				

Продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4	5	6
401.	<i>Empis tessellata</i>			+	
	<u>Syrphidae</u>				
402.	<i>Cheilosia rotundicornis</i>			+	
403.	<i>Melangyna umbellatarum</i>			+	
404.	<i>Pipiza noctiluca</i>			+	
405.	<i>Sphaerophoria menthastri</i>			+	
406.	<i>Sphaerophoria rueppellii</i>			+	
407.	<i>Sphaerophoria scripta</i>			+	
	<u>Lauxaniidae</u>				
408.	<i>Sapromyza sexpunctata</i>			+	
	<u>Heleomyzidae</u>				
409.	<i>Suillia affinis</i>		+		
	<u>Tephritidae</u>				
410.	<i>Urophora cuspidata</i>			+	
	<u>Anthomyidae</u>				
411.	<i>Delia floralis</i>			+	
412.	<i>Delia radicum</i>			+	
	<u>Muscidae</u>				
413.	<i>Thricops lividiventris</i>			+	
	<u>Calliphoridae</u>				
414.	<i>Cynomya mortuorum</i>			+	
415.	<i>Lucilia caesar</i>			+	
416.	<i>Pollenia rudis</i>			+	
	<u>Sarcophagidae</u>				
417.	<i>Sarcophaga carnaria</i>			+	
	<u>Tachinidae</u>				
418.	<i>Microphthalma disjuncta</i>			+	
	<u>Rhagionidae</u>				
419.	<i>Rhagio scolopaceus</i>		+		
	<u>Tabanidae</u>				
420.	<i>Chrysops caecutiens</i>		+		
421.	<i>Haematopota pluvialis</i>	+			