

УДК 591.525

НАСЕЛЕНИЕ ЖИВОТНЫХ ПРОСЕКИ ЛЭП-500 В ПИХТОВОЙ И СОСНОВОЙ ФОРМАЦИЯХ ЮЖНОЙ ТАЙГИ

А. С. Шишкин¹, В. Б. Тимошкин¹, А. В. Гуров¹, Е. В. Екимов¹,
М. Н. Егунова¹, С. М. Лощев¹, С. А. Астапенко²

¹ Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН
660036, Красноярск, Академгородок, 50/28

² ФБУ «Российский центр защиты леса» «Центр защиты леса Красноярского края»
660036, Красноярск, Академгородок, 50а/2

E-mail: shishikin@ksc.krasn.ru, RV1e@yandex.ru, nina-guro@mail.ru, sibowl@rambler.ru,
mari_19_88@mail.ru, lostschev@gmail.com, serega3000@inbox.ru

Поступила в редакцию 30.09.2015 г.

Проведена сравнительная оценка животного населения просеки ЛЭП-500 и фоновых лесных участков. Тестовые группы животных показали различную реакцию на просеки ЛЭП, проходящие через светло- и темнохвойную формации. Микроартроподы в большей степени реагируют на изменение гидротермических условий почвы. Воздействие электромагнитного поля на плотность почвенных беспозвоночных проявляется в обеих формациях, но по-разному. Среди герпетобионтов на просеке в пихтаче наблюдается явное доминирование «луговых» видов, а в сосняке оно не выражено, что указывает на преобладание «биотического» фактора формирования населения. Мелкие млекопитающие (ММ) на просеках ЛЭП увеличивают обилие и разнообразие видового состава, демонстрируя доминирование кормовых и защитных условий в их распределении. В то же время размещение постоянных убежищ грызунов в зимнее время на просеках между линиями электропередач указывает на их негативное влияние. Анализ орнитофауны по оптимальности обитания показал наибольшее негативное воздействие электромагнитного поля ЛЭП. Несмотря на формирование благоприятных кормовых, защитных и гнездовых условий для птиц, обитающих в открытых местообитаниях, кустарниковых и травянистых зарослях, они избегают просеки ЛЭП. Первые результаты исследований показали двойное воздействие просек ЛЭП на население животных: формирование интразональных местообитаний и электромагнитное облучение. Однозначные выводы получены для птиц, поскольку они в большей степени испытывают это облучение и по биологическим особенностям имеют возможность реагировать на изменение местообитаний. Для остальных групп животных необходимо продолжить изучение сезонных изменений населения (для ММ) и данных инструментальной оценки различий гидротермических условий просек ЛЭП и фоновых насаждений (для беспозвоночных).

Ключевые слова: пихтовая и сосновая формации, просека ЛЭП-500, микроартроподы, герпетобионты, мелкие млекопитающие, птицы, плотность населения, электромагнитное воздействие.

DOI: 10.15372/SJFS20160206

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в России эксплуатируется более 4.5 млн км высоковольтных линий электропередач с промышленной частотой (50 Гц) и напряжением от 6 до 1150 кВ (Коробкин, Передельский, 2009). В 2007 г. для 12 объектов передачи электроэнергии Богучанской ГЭС выполнена оценка их воздействия на почву, рас-

сительность и животное население. В процессе анализа литературных источников обнаружена слабая изученность воздействия прорубки просек под линейные сооружения на биологические компоненты экосистемы. Теоретически любая фрагментация леса способствует повышению биотопического и видового разнообразия, а пересекающие разные элементы ландшафта открытые прямолинейные участки обеспечивают

интразональную миграцию (Плеханов и др., 1988; Сергеев, 1997). С другой стороны, просеки прорубаются под создание линейных сооружений (ЛЭП, нефте- и газопроводов, дорог), которые могут непосредственно воздействовать и определять избирательность жизнедеятельности организмов и формировать собственные техногенные комплексы, отличающиеся от естественных. Структура линейных объектов и их агрессивность проявляются в различных формах: от непосредственной гибели под колесами транспорта и поражения электрическим током, отталкивающего действия электромагнитных полей до транзитного переноса зачатков растений и расселения животных. Если при этом просека или промышленный коридор имеют несколько линейных объектов (продуктопровод, ЛЭП, ж/д и автодорога), то чаще даже благоприятные условия между ними не могут использоваться животными, поскольку образуется техногенный барьер, а узкие местообитания не обеспечивают условий для формирования собственного стабильного населения.

Электромагнитные процессы и электрическая заряженность биологических систем управляют биохимическими процессами и адаптированы к естественному полю Земли. Несмотря на достаточную, в основном экспериментальную, изученность влияния электрических и магнитных полей на животных, их реакция остается повидовой и не всегда прогнозируемой (Чехов, 1991). На это накладывается комплекс природных факторов, которые в значительной степени корректируют влияние электромагнитного облучения. В современных условиях и в ближайшей перспективе доля антропогенного облучения различных форм будет только нарастать.

На изменение условий обитания и техногенное воздействие линейных объектов значительное влияние оказывают региональные особенности природной среды, которые необходимо учитывать при разработке проектных документов и ведении локального мониторинга. Прокладка просек через лесные массивы представляет особый интерес для анализа изменения ландшафтной структуры, сохранения их целостности по видовому составу и функциональным свойствам, степени устойчивости к антропогенным (вырубки, пожары, доступность рекреации и собирательства и пр.) и природным (вспышки вредителей и болезней, ветровалы и пр.) проявлениям. Большой интерес представляет изучение сукцессионных и адаптационных процессов, проходящих на территории, искусственно

лишенной древесной растительности и поддерживаемой в беслесном состоянии.

В связи с этим комплексное изучение на старых просеках ЛЭП изменения основных компонентов биоценоза почвы, растительности и животного населения – актуальное фундаментальное направление исследований. Оно связано с изучением скорости и тенденции изменений компонентов лесной экосистемы, их биоразнообразия и продуктивности в искусственно созданном открытом пространстве, а также трансформации функциональных связей биоценоза. Результаты имеют большое прикладное значение, поскольку позволяют получить информационную основу для разработки региональных и отраслевых экологических нормативов оценки воздействия и мониторинга. В данной работе приводится только зоологическая часть комплексных почвенных, ботанических и зоологических исследований воздействия просек ЛЭП на компоненты биоценоза, которые проводит лаборатория техногенных лесных экосистем Института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН.

Цель работы – провести сравнительную оценку животного населения просеки ЛЭП-500 и фоновых лесных участков. Для этого подобраны темновойная пихтовая и светловойная сосновая формации и основные тестовые группы животных: почвенные и наземные беспозвоночные (микроартроподы, жесткокрылые), мелкие млекопитающие и птицы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Зоологические исследования проводили на двух отрезках просеки под двумя линиями ЛЭП-500 кВ, проходящими через подтаежную формацию сосняков и южно-таежную пихтачей западной окраины Восточного Саяна (рис. 1).

Просека прорублена в 1969 г., и по технологическим правилам ее эксплуатации каждые пять лет на ней проводится уход с вырубкой всех деревьев. Линии ЛЭП проложены на удалении 30 м от стены леса, общая ширина просеки 150–160 м. Расстояние между опорами с полным нарушением почвенного покрова и закладкой бетонных фундаментов для опоры и растяжек в среднем около 350 м. Между проекциями крайних проводов (фаз) в средней части просеки образуется полоса 60–80 м, на которую не распространяется прямое действие высоковольтного напряжения. ЛЭП постоянно производит шум (треск) от электрических разрядов, который усиливается при увеличении влажно-

сти. В связи с этим по реакции животных можно различать шумовое воздействие по всей просеке и электромагнитное, образующееся по прямой между проводами и поверхностью земли.

Для изучения воздействия высоковольтных просек на зоологический компонент сосновой и пихтовой формаций заложены пересекающие ЛЭП трансекты с постоянными пробными площадями (ПП). Они располагаются в проекции проводов (ЛЭП 1, ЛЭП 2), в центральной части между ними (ЛЭП 0) на просеке и прилегающем фоновом участке леса.

Постановку ловушек для герпетобионтов и взятие образцов почвы для изучения состава микроартропод проводили одновременно (Гиляров, 1987). Дополнительно для этой группы на границе леса и просеки ставили по две перпендикулярные ловчие линии стаканчиков по 20 м в каждую сторону от стены леса на северной (теневой) и южной (освещенной) опушках (рис. 2).

Отлов мелких млекопитающих осуществляли на постоянных ПП в 2013 и 2014 гг. по отработанной методике с постановкой 50 плашек по схеме 10 × 10 м. В качестве приманки использовали кедровый орех, вымоченный в нерафинированном подсолнечном масле.

Перечет следов зимней жизнедеятельности ММ проведен маршрутом шириной 3 м под ЛЭП и между ними на протяжении не менее 700 м. Учет проводился двумя учетчиками с чередованием их прохода по возвратным маршрутам под второй линией ЛЭП, что позволило исключить субъективность полученных материалов. Подсчитывали количество нор, а по их скоплениям – колонии.

Для получения количественных характеристик птиц проводили маршрутные (Равкин, 1967) и точечные (Приедниекс и др., 1986) учеты. Для определения гнездовой плотности заложены ПП с последующим картированием на них гнездящихся особей (Приедниекс и др., 1986). Для характеристики кустарниковых видов (садовая камышевка, славка-завирушка, соловей-красношейка, толстоклювая пеночка) проводили уточняющие отловы паутиными сетями. Интенсивность тяги вальдшнепа определялась одновременно в одинаковых биотопах просеки ЛЭП в утренние и вечерние часы. Для сравнения полученных данных на ЛЭП привлечены материалы, полученные в сходных местообитаниях отрогов Восточного Саяна.

Для оценки специфичности воздействия на животных местообитаний и электромагнитного облучения использовали экологические группы,



Рис. 1. Просека под две линии ЛЭП-500.



Рис. 2. Схема организации исследований на ЛЭП. Трансекты: энтомологические (1 – южной опушки; 2 – линии учета на просеке; 3 – северной опушки); мелких млекопитающих (4 – постоянные площади учетов; 5 – маршруты учета зимних нор); птиц (6 – контрольные поляны без ЛЭП). 7 – опоры и 8 – линии ЛЭП.

которые выделяли по оптимальным биотопам, морфологическому строению (наличие хитинового покрова), типу питания (хищники, фито- и детритофаги) и скорости передвижения (оседлые, мобильные). Почвенные микроартроподы объединили в две группы: хищные клещи с твердым хитиновым покровом и низкой скоростью передвижения и питающиеся детритом мягкопокровные коллемболы, относительно быстро передвигающиеся в почве. Среди жесткокрылых герпетобионтов выделены доминантные «лесные» (*Carabus aeruginosus* F.-W., *C. regalis* F.-W., *C. henningi* F.-W., *Pterostichus magus* Mann., *Pt. dilutipes* Motsch., *Pt. oblongopunctatus* F., *Pt. ehnerbergi* Poppius) и «луговые» (*Pterostichus melanarius* Ikk., *Poecilus versicolor* Sturm., *Epaphius secalis* Payk., *Amara littorea* C. Thoms.) хищники. Население ММ анализировали по трем трофическим группам: насекомоядные (бурозубки обыкновенная, равнозубая, средняя,

малая); семяноядные (бурундук, мышь восточноазиатская и полевая, полевки красная и красно-серая); зеленоядные (полевка-экономка). По биотопическому распределению выделены две группы грызунов: лесные (бурундук, мышь восточноазиатская, полевки красная и красно-серая) и луговые (мышь полевая и полевка-экономка). Население птиц разбили по принятым биотопическим группам: открытые биотопы; редины, граничащие с открытыми пространствами и водоемами; кустарниковые и травяные заросли; лесные биотопы. Воздействие просеки ЛЭП оценивали в семи группах модельных местообитаний: в трех вариантах как в сосняке, так и в пихтаче (лес, поляна – аналог просеки и просека ЛЭП), а также в редины (осветленный лес), сочетающей лесные фрагменты с открытыми участками.

Виды птиц, не отмеченные на тестовых участках контроля в сосняке, пихтаче или на просеке ЛЭП, не рассматривали, даже если они были многочисленными в аналогичных или соседних местообитаниях.

Орнитологические работы на ЛЭП (2009–2015 гг.) проводили ежегодно в течение 70 дней. Всего пройдено 350 км маршрутов, проведено 150 точечных учетов, заложено и обследовано 12 ПП, учтено более семи тысяч особей птиц. Исследования беспозвоночных и мелких млекопитающих проводили в 2013–2014 гг.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В обзорной работе Г. Ф. Плеханова (1990) приводятся сведения о влиянии электромагнитных полей на животных. При первоначальном воздействии наблюдаются физиологические нарушения, которые быстро проходят после прекращения воздействия. Длительное экспонирование приводит к негативным последствиям для генеративных функций мелких млекопитающих. У беспозвоночных нарушаются поведение и физиологические процессы, что проявляется в скорости развития и размерах тела. Растительность экранирует прямое воздействие тока, понижая его действие в 2–3 раза (Чехов, 1991), поэтому можно предположить, что на обитателей почв оказывается минимальное воздействие, на напочвенных животных – среднее и максимальное – при нахождении над растительностью (птицы).

Наиболее полная сводка по воздействию ЛЭП на беспозвоночных в 90-е гг. дана В. М. Орловым (1990). Исследования проводились на

примере членистоногих, включая прямокрылых (Еськов, Сергеечкин, 1985; Еськов, Карев, 2009), жесткокрылых герпетобия (Орлов, Бабенко, 1987; Орлов и др., 1987 и др.) и представителей других групп (Гороховников, 1981). В подавляющем большинстве случаев ответные реакции насекомых на действие электрических полей у разных видов неодинаковы (Орлов, 1990). Продолжает поступать информация о массовой (до 51 особи на 10 км ЛЭП) гибели птиц от поражения током низкого напряжения (Карякин, Вагин, 2015).

В ходе наших исследований в двух формациях для различных тестовых групп животных выявлены следующие закономерности.

Микроартроподы. Основная доля микроартропод сосредоточена в подстилках (рис. 3).

Наибольшая общая плотность отмечена в сосняке на фоне (41 тыс. экз./м²) и под ЛЭП 2 (44 тыс. экз./м²), в пихтаче соответственно 35 и 25. В сосняке под ЛЭП 1 и ЛЭП 0 20 и 25 соответственно, а в пихтаче по 16 тыс. экз./м².

Наибольшее различие вертикального распределения микроартропод в почве двух формаций наблюдается под ЛЭП 2, проходящей по теневой части просеки. В пихтаче преобладает население подстилки, а в сосняке оно примерно равное в органогенном и минеральном горизонтах.

Независимо от различий лесорастительных условий на просеке двух формаций плотность микроартропод снижается. Отмечено повышение плотности на северной опушке обеих трансект, причем в сосняке резко возрастает плотность в слое почвы 0–5 см и становится почти как в подстилке, а в пихтаче, наоборот, достигает минимального значения.

Нет достоверных различий по трансектам в распределении микроартропод между ЛЭП в центральной части просеки. Повышение температуры и снижение влажности на просеке относительно фоновых участков приводят к общему сокращению в 2 раза и более их плотности

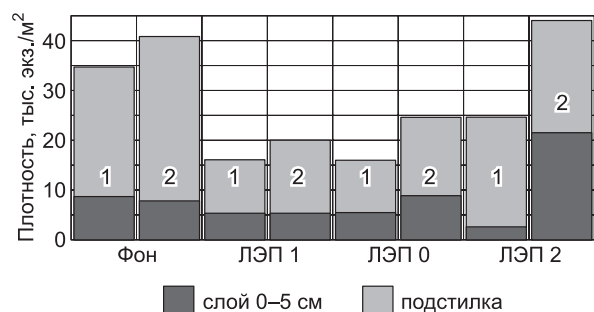


Рис. 3. Плотность населения микроартропод на пихтовой (1) и сосновой (2) трансектах.

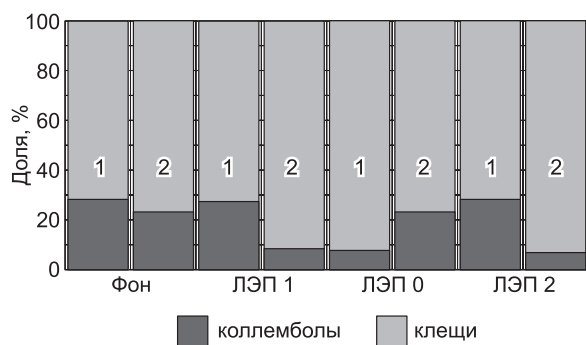


Рис. 4. Соотношение клещей и коллембол на пихтовой (1) и сосновой (2) трансектах.

в подстилке, представленной травянистой ветошью. Такое распределение показывает ведущее значение микроклиматических условий в формировании комплекса почвенных беспозвоночных, поскольку органический опад травостоя на просеке, который определяет трофические условия, например, коллембол, в 2 раза превышает таковой под пологом леса и не может лимитировать их плотность.

Соотношение клещей и коллембол показывает избирательность воздействия просеки на экологические группы микроартропод. Доля коллембол в общей плотности микроартропод сосняка ниже, чем в пихтаче, за исключением центральной части просеки (ЛЭП 0), и не превышает 24 % (рис. 4). В более влажных условиях (пихтач) доля коллембол под ЛЭП сохраняется на уровне фона и снижается между ними.

В сосняке наблюдалась обратная закономерность – близкое к фону трехкратное увеличение коллембол между ЛЭП относительно ЛЭП 1 и ЛЭП 2. Доминирование клещей характерно для большинства лесных экосистем бореального пояса (Дмитриенко, 1974, 1984; Дрянных, 1975 и др.).

Таким образом, полученные результаты показывают различную реакцию микроартропод на образование просеки в двух формациях и действие электромагнитного поля. Поскольку проведены одноразовые пионерные исследования, они имеют предварительный характер и требуют уточнения по сезонным различиям и обязательного сравнения с данными инструментальных измерений микроклиматических условий просеки и фоновых участков.

Наземные беспозвоночные. Напочвенные насекомые герпетобия, представленные жесткокрылыми (Carabidae, Staphylinidae, Silphidae), – хороший объект наблюдения внешне-



Рис. 5. Распределение жужелиц на трансектах, пересекающих опушки древостоев (сосняк, пихтач) и просеку ЛЭП.

го воздействия, поскольку обладают высокой численностью и подвижностью, позволяющей избегать негативного влияния. По результатам отлова экологических групп жесткокрылых на трансектах реакция на наличие ЛЭП в сосняке начинается гораздо раньше, чем в пихтаче, и снижается на открытом участке, что свидетельствует о доминировании лесных видов (рис. 5).

На трансекте пихтовой формации, наоборот, наблюдается увеличение численности на просеке за счет луговых видов. Учитывая кардинальную смену напочвенного покрова на просеке двух формаций и одинаковое воздействие ЛЭП, следует предположить преобладание действия биотического фактора над техногенным при формировании населения жесткокрылых.

Подобное распределение лесных и луговых жужелиц, судя по всему, является нормой, поскольку отмечалось в самых различных экологических условиях на границах смежных биотопов. Так, картина перекрестного распределения с двумя пиками наблюдалась на опушке вторичного после вырубki темнохвойной тайги осинника (Gourov et al., 2000), на границе смешанного темнохвойного насаждения и зарастающей вырубki (Гуров, Бабенко, 2011), на опушке горного лиственничника (Гуров, Баттисти, 2014). В лесостепном сосняке ситуация несколько усложняется в связи с осветленной обстановкой под пологом леса и проникновением под полог луговых видов (Астапенко, Гуров, 2014).

Мелкие млекопитающие. Соотношение обилия трофических групп ММ на просеке ЛЭП и прилегающих лесных участках показывает различную реакцию наземных позвоночных на техногенное воздействие. По данным двухлетних наблюдений на пихтовой трансекте по сравнению с фоновым участком наблюдается явное преобладание по плотности населения всех

Таблица 1. Запасы фитомассы и обилие трофических групп ММ по формациям, особей на 100 лов.-сут

Группа	Пихтовая		Сосновая	
	Лес	Просека	Лес	Просека
Насекомоядные	1.7	10.5	3.0	1.0
Семяноядные	4.7	12.4	6.8	6.0
Зеленоядные	1.3	8.7	–	2.9
Итого	7.7	31.6	9.8	9.9
Фитомасса, г/м ²	189	419	202	325

групп (насекомоядных в 6.1, зеленоядных в 6.6 и семяноядных в 2.6 раза) (табл. 1).

Это связано с двукратным увеличением (2.2) фитомассы напочвенного покрова, в том числе злаковой растительности, которая обладает лучшими защитными (ветошь) и кормовыми свойствами относительно разнотравья сомкнутых двухъярусных лиственнично-пихтовых насаждений. На сосновой трансекте соотношение трофических групп не имеет определенной тенденции. Насекомоядных на просеке меньше, а зеленоядных ожидаемо больше, обилие семяноядных не имеет принципиальных различий.

Травянистое разнообразие и повышение температуры на просеке способствуют увеличению плотности насекомых, что обеспечивает кормом бурозубок, кроме того, ветошь дает хорошее укрытие от большинства неблагоприятных погодных явлений и хищников. На просеке в сосняке в большей степени сохраняется лесное разнотравье, увеличивая фитомассу на 60.9 % в основном за счет разрастания злаков. Поэтому обитание на сосновой просеке зеленоядных за-

кономерно, а снижение плотности насекомоядных требует уточнения.

В течение двух сезонов (2013–2014 гг.) наблюдалось незначительное изменение плотности населения ММ на всех трансектах, но в 2014 г. отловлено больше видов (табл. 2).

В 2013 г. наблюдалось проникновение типичного вида открытых ландшафтов (полевой мыши) на просеку в пихтаче и стабильное ее участие в населении сосняков. Эти эпизоды свидетельствуют о неустоявшемся составе ММ на просеках двух формаций. Очевидно, что при межопушечном расстоянии 150 м на просеке не формируется стабильное собственное население зверьков. Известно, что опушечное освоение позвоночными обычно ограничивается 50 м от стен леса, поэтому центральная часть просеки шириной 50 м может представлять не более двух диаметров семейных участков полевков или колоний видов, предпочитающих открытые биотопы (Шишкин, 2006). Однако при линейном расположении поселений устойчивость всего населения ММ невысокая и подвержена большим колебаниям.

Для определения непосредственного электромагнитного воздействия на ММ проведена оценка следов зимней жизнедеятельности зверьков. При равномерности растительного покрова на просеке и биотопических условий обитания агрегированность зимних поселений и размещение колоний должны отражать воздействия других причин. Кратность превышения числа нор между проводами ЛЭП и в их проекции в сосняке составила 1.8 раза, в пихтаче – 5.9 (табл. 3).

Таблица 2. Различия обилия ММ на трансектах по годам 2013/2014, особей на 100 лов.-сут

Вид	Пихтовая		Сосновая	
	Лес	Просека	Лес	Просека
Бурозубка:				
обыкновенная	-2.7	4.2/14.0	-5.3	-2.0
равнозубая	–	–	-0.7	–
средняя	–	-2.0	–	–
малая	-0.7	-0.7	–	–
Бурундук	–	–	-0.7	–
Мышь:				
восточноазиатская			-0.7	
полевая	0.8/–	17.5/–	0.8/–	6.7/4.0
Полевка:				
красная			-1.3	
красно-серая	5.8/2.7	3.3/4.0	6.7/3.3	-1.3
экономка	2.5/–	10.0/7.3	–	5.8/–
Итого	9.1/6.1	35.0/28.0	7.5/12.0	12.5/7.3

Таблица 3. Распределение следов зимней жизнедеятельности ММ (норы, колонии) по биотопам, шт./100 м²

Показатель	Пихтач			Сосняк	
	ЛЭП	Между ЛЭП	Поляна	ЛЭП	Между ЛЭП
Норы	3.1	18.2	33.3	4.5	8.3
Колонии	0.3	0.2	0.7	0.1	0.1

Между ЛЭП плотность нор в сравнении с фоновой лесной поляной в пихтаче ниже в 1.8, а под ЛЭП – в 10.7 раза. Распределение колоний между ЛЭП и просекой существенных различий не имеет. К колониальным видам на просеке относится эконома – тестовый объект открытых крупнотравных влажных биотопов, поэтому в оптимальных условиях на него в меньшей степени действует электромагнитное облучение, и, возможно, за 45 лет произошла его адаптация к этому виду воздействия.

Таким образом, в пихтаче на просеке в отличие от сосняка наблюдается значительное увеличение обилия ММ, что связано с более контрастным изменением напочвенного покрова. Это свидетельствует о доминировании биотопического (корм, укрытия) фактора в распределении ММ.

Птицы. С увеличением возраста просеки и постоянным проведением мероприятий по обслуживанию ЛЭП контрастность реакции организмов в результате адаптации к техногенному объекту должна сглаживаться. Сравнительный анализ воздействия просек трех типов ЛЭП (110, 220, и 500 кВ) на птиц и беспозвоночных показал отрицательные последствия только последней (Еськов, Карев, 2009). Перемещение кузнечиков как тестовых видов от ЛЭП возрастало с увеличением влажности субстрата, между ЛЭП повышалась плотность дождевых червей, а птицы негативно реагировали на увлажнение присад. Все исследователи отмечают экранирующее действие растительности, поэтому можно предположить, что в конце периода рубки подроста и кустарников на просеке, когда они достигают 4–5 м, влияние электромагнитного облучения будет минимальным. Поэтому следует ожидать цикличности изменения плотности населения, а возможно, и видового состава животных на просеках ЛЭП.

Недостаточно понятен механизм воздействия электромагнитных полей на птиц. Для просек под ЛЭП меньшей мощности, как и на вырубках, кормовое поведение и гнездование птиц типичны. В то же время известно много

случаев гибели крупных птиц при использовании столбов в дождливую погоду, что привело к изменению технологии подвеса проводов. Практически не наблюдается использование оборудования ЛЭП-500 для присады птиц, а открытого пространства просеки – для добычи ими корма. Следовательно, просека высоковольтных ЛЭП высокой мощности должна рассматриваться как объект с контрастным изменением свойств местообитаний и постоянным негативным электромагнитным воздействием на птиц.

В течение семи сезонов на просеке ЛЭП и прилегающих к ней фоновых участках сосновой и пихтовой формаций установлено пребывание 66 видов птиц 8 отрядов. Самый многочисленный отряд воробьинообразных включает 46 видов, отряды соколо- и дятлообразных – по 5, курообразных – 3, ржанко-, сово- и кукушкообразных – по 2, козодоеобразных – 1 вид.

На обеих трансектах наименее представлены птицы открытых пространств – каменка и пустельга, которые встречаются единично на просеке ЛЭП только во время весеннего и осеннего пролетов, в то же время они регулярно отмечаются в аналогичных местообитаниях без ЛЭП (табл. 4).

Население птиц редкостойных осветленных древостоев, граничащих с открытыми пространствами и водоемами, бедное и представлено шестью видами. Население кустарниковых и травяных зарослей также немногочисленно. Наибольшую группу обеих формаций представляют лесные виды (51), большая часть жизненного цикла которых связана непосредственно с лесными местообитаниями.

Общий анализ фаунистического комплекса не выявил существенных различий между анализируемыми трансектами. Незначительно различается орнитофауна фоновых насаждений с увеличением доли птиц, предпочитающих осветленные древостои в сосняке (рис. 6).

Более контрастное разделение населения птиц происходит при его анализе по частоте встречаемости, т. е. оптимальности обитания с различной мотивацией (рис. 7). В фоновых насаждениях доминируют регулярно гнездящиеся виды, на лесных полянах – пролетные и кочующие, в меньшей степени – зимующие. На просеках ЛЭП обеих трансект постоянного обитания птиц в течение всего года не наблюдалось.

Анализ единично встречающихся птиц указывает не на благоприятность условий их обитания, а скорее на случайность посещения, дисконтинентность просек ЛЭП (рис. 8).

Таблица 4. Встречаемость биотопических групп птиц на сосновой и пихтовой трансектах (названия видов даны по Л. С. Степаняну (1990))

№ п/п	Вид	Сосновая		Пихтовая	
		Лес	ЛЭП/поляна	Лес	ЛЭП/поляна
1	2	3	4	5	6
<i>Открытые биотопы</i>					
1.	Обыкновенная каменка <i>Oenanthe oenanthe</i>	–	едп/рп	–	едп/рп
2.	Обыкновенная пустельга <i>Falco tinnunculus</i>	–	едп/рп	–	едп/рп
	Всего видов	0	2/2	0	2/2
<i>Редины, граничащие с открытыми пространствами и водоемами</i>					
3.	Черный коршун <i>Milvus migrans</i>	рег	едп/рп	–	едп/рп
4.	Обыкновенный канюк <i>Buteo buteo</i>	едг	едк,едп/рк,рп	–	едк,едп/рк,рп
5.	Тетерев <i>Lyrurus tetrix</i>	едг	едз/рз	–	–/–
6.	Черная ворона <i>Corvus corone</i>	рег	–/–	едг	–/–
7.	Лесной конек <i>Anthus trivialis</i>	рег	едп/рп	едг	едп/рп
8.	Горная трясогузка <i>Motacilla cinerea</i>	рег	едп/рп,едг	рег	едп/рп,едг
	Всего видов	6	5/5	3	4/4
<i>Кустарниковые и травяные заросли</i>					
9.	Дубровник <i>Emberiza aureola</i>	едп	едг/рег	едп	–/рег
10.	Варакушка <i>Luscinia svecica</i>	рег	едг/рег	рег	едг/рег
11.	Соловей-красношейка <i>Luscinia calliope</i>	рег	едг/рег	едг	едг/рег
12.	Черноголовый чекан <i>Saxicola torquata</i>	–	едг/рег	–	едг/рег
13.	Толстоклювая пеночка <i>Phylloscopus schwarzi</i>	едг	едг/рег	едг	едг/рег
14.	Славка-завирушка <i>Sylvia curruca</i>	едг	едг/рег	едг	едг/рег
15.	Обыкновенный козодой <i>Caprimulgus europaeus</i>	едг	едп/рп	едг	едп/рп
16.	Садовая камышевка <i>Acrocephalus dumetorum</i>	–	едг/рег	–	едг/рег
17.	Сибирский жулан <i>Lanius cristatus</i>	–	едг/рег	–	едг/рег
	Всего видов	6	9/9	6	8/9
<i>Лесные биотопы</i>					
18.	Тетеревятник <i>Accipiter gentilis</i>	рег	едк/рк	едг	едк/рк
19.	Перепелятник <i>Accipiter nisus</i>	едг	едк/рк	рег	едк/рк
20.	Глухарь <i>Tetrao urogallus</i>	рег	–/едз	едг	–/едз
21.	Рябчик <i>Tetrastes bonasia</i>	рег	едз/рз	рег	едз/рз
22.	Азиатский бекас <i>Gallinago stenura</i>	едг	едп/рп	рег	едп/рп
23.	Вальдшнеп <i>Scolopax rusticola</i>	рег	едп/рп	рег	едп/рп
24.	Большая горлица <i>Streptopelia orientalis</i>	рег	–/едп	едг	–/едп
25.	Обыкновенная кукушка <i>Cuculus canorus</i>	рег	едп/рп	рег	едп/рп
26.	Глухая кукушка <i>Cuculus saturatus</i>	рег	едп/рп	рег	едп/рп
27.	Длиннохвостая неясыть <i>Strix uralensis</i>	едг	едз/рз	рег	едз/рз
28.	Бородатая неясыть <i>Strix nebulosa</i>	рег	едз/рз	–	едз/рз
29.	Вертишейка <i>Jynx torquilla</i>	рег	едп/рп	едг	едп/рп
30.	Желна <i>Dryocopus martius</i>	рег	–/едз	рег	–/едз
31.	Пестрый дятел <i>Dendrocopos major</i>	рег	едз/едз	едг	–/едз
32.	Малый дятел <i>Dendrocopos minor</i>	едг	едз/рз	рег	едз/рз
33.	Трехпалый дятел <i>Picoides tridactylus</i>	–	–/–	рег	–/едз
34.	Пятнистый конек <i>Anthus hodgsoni</i>	рег	едп/рп	рег	едп/рп
35.	Обыкновенная иволга <i>Oriolus oriolus</i>	рег	–/–	–	–/–
36.	Сойка <i>Garrulus glandarius</i>	рег	едк/рк	едг	едк/рк
37.	Кедровка <i>Nucifraga caryocatactes</i>	рег	едк/рк	рег	едк/рк
38.	Ворон <i>Corvus corax</i>	рег	едз/рз	рег	едз/рз
39.	Свиристель <i>Bombycilla garrulus</i>	едг	едк/рк	рег	едк/рк
40.	Пеночка-весничка <i>Phylloscopus trochilus</i>	рег	–/рп	едг	–/рп

Окончание табл. 4

1	2	3	4	5	6
41.	Пеночка-теньковка <i>Phylloscopus collybita</i>	едг	-/рп	едг	-/рп
42.	Зеленая пеночка <i>Phylloscopus trochiloides</i>	рег	-/рп	едг	-/рп
43.	Пеночка-зарничка <i>Phylloscopus inornatus</i>	рег	-/едп	рег	-/едп
44.	Корольковая пеночка <i>Phylloscopus proregulus</i>	рп	-/едп	рег	-/едп
45.	Желтоголовый королек <i>Regulus regulus</i>	рк	-/-	рег	-/-
46.	Таежная мухоловка <i>Ficedula mugimaki</i>	едг	-/едп	рег	-/едп
47.	Серая мухоловка <i>Muscicapa striata</i>	рег	-/рп	едг	-/рп
48.	Обыкновенная горихвостка <i>Phoenicurus phoenicurus</i>	рег	-/едп	едг	-/едп
49.	Синий соловей <i>Luscinia cyane</i>	едг	-/едг	рег	едг/рег
50.	Синехвостка <i>Tarsiger cyanurus</i>	едг	едп/рп	рег	едп/рп
51.	Чернозобый дрозд <i>Turdus atrogularis</i>	едг	едп,едк/рп,рк	рег	едп,едк/рп,рк
52.	Рябинник <i>Turdus pilaris</i>	рег	едп,едк/рп,рк	едг	едп,едк/рп,рк
53.	Белобровик <i>Turdus iliacus</i>	едг	-/рк,рп	рег	-/рк,рп
54.	Певчий дрозд <i>Turdus philomelos</i>	рег	-/рк,рп	рег	-/рк,рп
55.	Длиннохвостый снегирь <i>Aegithalos caudatus</i>	-	едк/рк,рз	едг	едк/рк,рз
56.	Буроголовая гаичка <i>Parus montanus</i>	рег	едк/рк,рз	рег	едк/рк,рз
57.	Московка <i>Parus ater</i>	едг	едк/рк	рег	едк/рк
58.	Большая синица <i>Parus major</i>	рег	едк/рк	едг	-/рк
59.	Зяблик <i>Fringilla coelebs</i>	рег	едп/рп	-	едп/рп
60.	Вьюрок <i>Fringilla montifringilla</i>	рег	едп/рп	едг	едп/рп
61.	Обыкновенная чечетка <i>Acanthis flammea</i>	едг	едк/рк,рз	рег	едк/рк,рз
62.	Обыкновенная чечевица <i>Carpodacus erythrinus</i>	рег	едг/рег	едг	-/едп
63.	Обыкновенный клест <i>Loxia curvirostra</i>	-	-/-	рег	-/-
64.	Обыкновенный снегирь <i>Purrrhula purrrhula</i>	едг	едк/рк	рег	едк/рк
65.	Обыкновенный дубонос <i>Coccothraustes coccothraustes</i>	рег	-/едк	-	-/едк
66.	Обыкновенная овсянка <i>Emberiza citrinella</i>	едг	-/едк	-	-/едк
67.	Овсянка-ремез <i>Emberiza rustica</i>	рег	едп/рп	рег	едп/рп
68.	Овсянка-крошка <i>Emberiza pusilla</i>	рп	едп/рп	рег	едп/рп
	Всего видов	48	31/47	46	29/48

Примечание. Встречается: едг – единично на гнездовании, едк – единично на кочевках, едп – единично на пролете, едз – единично на зимовке, рег – регулярно на гнездовании, рк – регулярно на кочевках, рп – регулярно на пролете, рз – регулярно на зимовке.

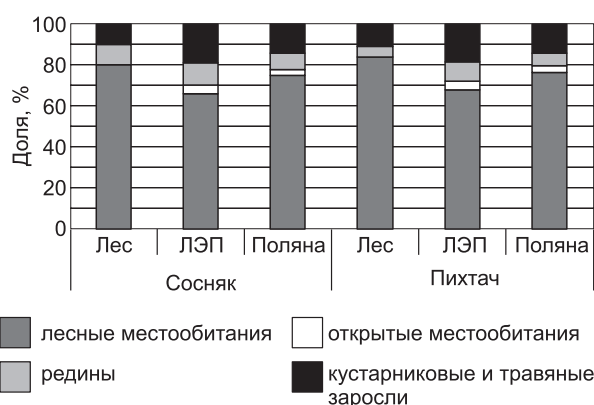


Рис. 6. Долевое соотношение птиц биотопических групп по модельным местообитаниям.

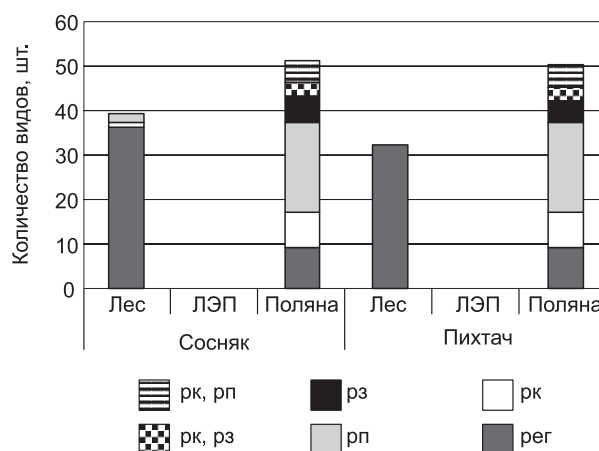


Рис. 7. Количество регулярно встречающихся видов птиц в местообитаниях: рег – на гнездовании; рк – на кочевках; рп – на пролете; рз – на зимовке; рк, рз – на кочевках и зимовке; рк, рп – на кочевках и пролете.

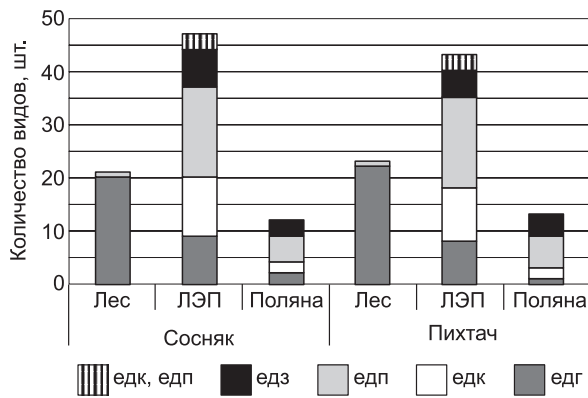


Рис. 8. Количество единично встречающихся видов птиц в местообитаниях: едг – на гнездовании; едк – на кочевках; едп – на пролете; едз – на зимовке; едк, едп – на кочевках и пролете.

При равной мотивации присутствия птиц на просеке и аналогичных ей открытых биотопах лесных полей наблюдается явное избегание ими высоковольтных ЛЭП.

Таким образом, птицы, обитающие в воздушном пространстве, испытывают наибольшее воздействие электромагнитного поля и избегают открытых биотопов, несмотря на благоприятные техногенные кормовые, защитные и гнездовые условия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Тестовые группы почвенных и наземных беспозвоночных, мелких млекопитающих и птиц показали различную реакцию на просеку ЛЭП, пересекающую светло- и темнохвойную формации. Для беспозвоночных выявлено ведущее значение гидротермического режима почвогрунтов, обусловленного лесной формацией и режимом освещения опушки. В темнохвойной части просеки ЛЭП и на северных опушках влажность выше, а температура ниже, чем в светлохвойной формации и опушках южной экспозиции. Микроартроподы в большей степени реагируют на изменение гидротермических условий почвы, прежде всего ее влажности. Воздействие электромагнитного поля предположительно проявляется в обеих формациях, но имеет противоположные реакции экологических групп клещей и коллембол. Для всех беспозвоночных преобладает влияние биотопического различия просеки и насаждений.

Мелкие млекопитающие на просеках ЛЭП увеличивают свое обилие и разнообразие видового состава, демонстрируя доминирование кормовых и защитных условий в их распределении.

В то же время зимнее размещение постоянных убежищ грызунов под ЛЭП и на просеке между ними указывает на их негативное влияние. Анализ орнитофауны по показателям оптимальности обитания по всей ширине просеки показал наибольшее отрицательное воздействие ЛЭП. Несмотря на формирование благоприятных кормовых, защитных и гнездовых условий для птиц, обитающих в открытых местообитаниях, кустарниковых и травянистых зарослях, они избегают просеки ЛЭП, следовательно, вывод о возможности использования просек ЛЭП высокого напряжения в качестве коридоров распространения птиц открытых местообитаний ошибочен.

Первые результаты исследований показали двойное воздействие просек ЛЭП на население животных: формирование интразональных местообитаний и непосредственное влияние ЛЭП. Однозначные выводы получены для птиц, поскольку они в большей степени испытывают облучение и по биологическим особенностям (перелетность) имеют возможность сразу (сезонно) реагировать на изменение местообитаний. Для остальных групп животных необходимо продолжение изучения сезонных изменений населения ММ и использование данных инструментальной оценки различий почвенных гидротермических условий на просеках ЛЭП и фоновых насаждениях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Астапенко С. А., Гуров А. В. Как определять ширину возможной охраняемой зоны лесных экотон? // Лесные биогеоценозы бореальной зоны: география, структура, функции, динамика: мат-лы Междунар. конф., Красноярск, 16–19 сентября 2014. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2014. С. 375–378.
- Гиляров М. С. Учет крупных беспозвоночных (мезофауна) // Количественные методы в почвенной зоологии. М.: Наука, 1987. С. 9–26.
- Гороховников А. В. Насекомые под линиями электропередач большой мощности // Экология и защита леса. Л., 1981. С. 68–70.
- Гуров А. В., Бабенко А. С. Распределение комплексов герпетобионтных жесткокрылых (Coleoptera: Carabidae; Staphylinidae) на границе вырубki смешанного темнохвойного насаждения равнинной южной тайги Средней Сибири // Фауна и экология животных Сибири и Дальнего Востока: межвуз. сб. науч. тр. Вып. 6. Красноярск: Изд-во КГПУ им. В. П. Астафьева, 2011. С. 126–146.

- Гуров А. В., Баттисти А. Краевые эффекты в распределении наземных жесткокрылых на границе смежных биотопов: урочища «Буйба» и «Иджим» природного парка «Ергаки» // Научные исследования в заповедниках и национальных парках Южной Сибири. Вып. 4. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2014. С. 30–37.
- Дмитриенко В. К. Характеристика комплексов почвенных беспозвоночных животных в сосняке-черничнике нижнего течения Ангары // Экология популяций лесных животных Сибири. 1974. С. 166–188.
- Дмитриенко В. К. Формирование комплексов микро- и мезофауны под древесными культурами // Моделирование развития искусственных лесных биогеоценозов. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1984. С. 117–119.
- Дрянных Н. М. Характеристика орибатид двух сосновых типов леса Красноярского Приангарья // Проблемы почвенной зоологии. 1975. С. 149–151.
- Еськов Е. К., Карев В. А. Фауна просек высоковольтных линий электропередач // Изв. Самарск. науч. центра РАН. 2009. Т. 11. № 1. С. 127–132.
- Еськов Е. К., Сергеечкин В. В. Динамика плотности населения серых кузнечиков под высоковольтными линиями электропередачи // Экология. 1985. № 5. С. 87–89.
- Коробкин В. И., Передельский Л. В. Экология в вопросах и ответах. Ростов н/Д: Феникс, 2009. 378 с.
- Карякин И. В., Вагин А. А. Гибель птиц на ЛЭП и степные ООПТ Оренбургской области: ситуация не улучшилась // Степной бюл. 2015. № 43–44. С. 47–52.
- Орлов В. М. Насекомые в электрических полях (биологические феномены и механизм восприятия). Томск: Изд-во ТГУ, 1990. 112 с.
- Орлов В. М., Бабенко А. С. Влияние электрического поля высоковольтных ЛЭП на наземных беспозвоночных // Экология. 1987. № 6. С. 3–10.
- Орлов В. М., Бабенко А. С., Тучак С. Г. Распределение мезофауны под высоковольтными линиями электропередач // Экология и география членистоногих Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1987. С. 88.
- Приедниекс Я., Страздс М., Петерхофс Э., Страздс А., Петриньш А. Перспективы применения метода финских линейных трансект (ФЛТ) в учетах гнездящихся птиц для мониторинга их численности // Орнитология. 1986. Вып. 21. С. 118–125.
- Плеханов Г. Ф. Основные закономерности низкочастотной электромагнитобиологии. Томск: Изд-во ТГУ, 1990. 188 с.
- Плеханов Г. Ф., Орлов В. М., Карташов А. Г. Изучение влияния электрического поля высоковольтных установок на некоторые компоненты биогеоценоза // Экология. 1988. № 2. С. 78–80.
- Равкин Ю. С. Структурные особенности населения птиц Северо-Восточного Алтая // Орнитология. 1967. Вып. 8. С. 175–191.
- Сергеев М. Г. Экология антропогенных ландшафтов. Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 1997. 151 с.
- Степанян Л. С. Состав и распределение птиц фауны СССР. М.: Наука, 1990. 302 с.
- Чехов В. И. Экологические аспекты передачи электроэнергии: учеб. пособ. М.: Изд-во МЭИ, 1991. 44 с.
- Шишикин А. С. Ландшафтно-экологическая организация местообитаний лесных охотничьих животных в Сибири: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.16. Красноярск: Ин-т леса им. В. Н. Сукачева СО РАН, 2006. 44 с.
- Gourov A., Godron M., Loshchev S. Overlap in distribution of forest and meadow insects species in mesoecotones. I. Epigeic beetle assemblages (Coleoptera: Carabidae, Silphidae) // Écologie. 2000. V. 30. N. 3. P. 165–175.

ANIMAL POPULATIONS ON THE GLADES OF ELECTRIC POWER LINE-500 KW IN FIR AND PINE FORMATIONS OF THE SOUTHERN TAIGA

A. S. Shishikin¹, V. B. Timoshkin¹, A. V. Gurov¹, E. V. Ekimov¹,
M. N. Egunova¹, S. M. Loshchev¹, S. A. Astapenko²

¹ V. N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Science, Siberian Branch
Akademgorodok, 50/28, Krasnoyarsk, 660036 Russian Federation

² Branch of the Russian Centre for Forest Protection, Centre for Forest Protection of Krasnoyarsk Krai
Akademgorodok, 50a/2, Krasnoyarsk, 660036 Russian Federation

E-mail: shishikin@ksc.krasn.ru, RV1e@yandex.ru, nina-guro@mail.ru, sibowl@rambler.ru,
mari_19_88@mail.ru, lostschev@gmail.com, serega3000@inbox.ru

The test groups of animals showed different reaction on the presence of electric power line (EPL) glades, which cross light and dark conifer formations. The microarthropods react on the changes of hydrotermic soil conditions in a higher degree. The direct influence of electromagnetic field on the population density of soil invertebrates has place in both forest formations, but with opposite consequences. The same is demonstrated by herpetobium elements: the clear dominance of «meadow» species in fir formations and the absence of this in pine parts. Small mammals on the LEP glades increase their abundance and species diversity. They also demonstrate that their distribution is dominated by food and protection conditions. But at the same time, the distribution of constant rodent winter refuges demonstrate the negative effects of EPL existence. The analysis of bird populations on the basis of optimal life conditions demonstrated a highest negative effect of electromagnetic field of EPL. Independently of the creation of good protection, food and nesting conditions for birds, which usually occupy open biotopes and bush with herb thickets, they avoid the EPL glades. The first results showed the dual effect of EPL glades on animal populations. It is necessary to take into account the forming of intrazonal locations and real electromagnetic effects. The significant conclusions are found for birds, because they receive more irradiation. Also some biological peculiarities are important: the migratory species have a possibility to react immediately, according to the season, on the changing of biotopes. As for other animal groups, it is necessary to prolong the study of seasonal changes. For the invertebrates it must be performed the instrumental analysis of the differences of hydrotermic conditions of EPL glades and native biotopes.

Keywords: *fir and pine forest formations, glade of electric power line 500 kw, microarthropods, herbetobium elements, small mammals, birds, population density, electromagnetic impact.*

How to cite: *Shishikin A. S., Timoshkin V. B., Gurov A. V., Ekimov E. V., Egunova M. N., Loshchev S. M., Astapenko S. A. Animals' population on the glades of electric power line-500 kw in fir and pine formations of the southern taiga // Sibirskij Lesnoj Zurnal (Siberian Journal of Forest Science). 2016. N. 2: 59–70 (in Russian with English abstract).*