

<sup>1</sup>Т.А. Гордиенко, <sup>1</sup>Д.Н. Вавилов, <sup>1</sup>Р.А. Суходольская, <sup>2</sup>Ю.А. Лукьянова  
<sup>1</sup>Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, t\_a\_gordienko2015@mail.ru  
<sup>2</sup>Национальный парк «Нижняя Кама», julia-luk@inbox.ru

## ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЛУГОВЫХ ЭКОСИСТЕМ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «НИЖНЯЯ КАМА» НА СООБЩЕСТВА НАЗЕМНЫХ И ПОЧВЕННЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ

По итогам исследований нарушенных строительством ЛЭП участков пойменных лугов национального парка «Нижняя Кама» установлены различия в обилии наземной и почвенной фауны беспозвоночных по сравнению с контрольными. Фауна и население дождевых червей и личинок жуков-щелкунов нарушенных участков обеднена и малочисленна по сравнению с естественным луговым фитоценозом. Многомерный анализ выявил слабо выраженную структурированность сообществ педо- и герпетобионтов как в контрольных, так и в нарушенных участках.

*Ключевые слова:* почвенная мезофауна; герпетобионты; хортобионты; пойменные луга; Национальный парк «Нижняя Кама».

### Введение

Деятельность человека приводит к изменению ландшафтов, что оказывает влияние на биоразнообразие и структуру природных экосистем. С каждым годом площадь нарушенных экосистем возрастает, что, как правило, сопровождается полным разрушением почвенного, а вместе с ним растительного слоя и животного компонента экосистемы. На восстановление нарушенных природных участков до исходного состояния уходят годы и даже десятилетия.

Комплексы почвенных беспозвоночных довольно чутко реагируют на любые трансформации в окружающей их среде, что позволяет рассматривать изменения их видового разнообразия, численности и биомассы в качестве биологических индикаторов степени нарушенности почвенно-биотического комплекса биогеоценозов (Стриганова, Емец, 1998; Neher, 1999; Александрова и др., 2015; Емец, 2002; Воробейчик, 2012).

Нарушение почвенного и растительного покровов приводит к сокращению численности мелких и крупных почвообитающих членистоногих, уменьшению видового разнообразия. Возрастает роль растительноядных беспозвоночных (Вершинина, 2013).

Создание заповедников, национальных парков и иных категорий ООПТ положительно влияет на численность и структуру сообществ беспозвоночных. Положительный эффект ограничения хозяйственной деятельности на естественные экосистемы отмечали некоторые авторы (Пушачев и др., 2000; Сабанцев, 2013). Тем не менее, в

современных условиях на особо охраняемых территориях в той или иной степени хозяйственная деятельность осуществляется, что должно влиять на состояние биоты.

Целью данной работы было изучение влияния установки опор высоковольтной линии электропередачи (ЛЭП) на фауну и население сообщества почвенных, подстилочных и хортобионтных беспозвоночных Елабужских пойменных лугов Национального парка «Нижняя Кама».

### Материалы и методы

Исследования проводили в третьей декаде июня 2016 г. на участке трассы «Щёлоков–Бегишево» под стойками опор ЛЭП (нарушенные участки), установленных в декабре 2015 г. на территории Елабужских пойменных лугов Национального парка «Нижняя Кама» (далее – НП «Нижняя Кама»). В качестве сравнения (контроль) выбраны участки луговой растительности, расположенные на расстоянии 30-50 м от ЛЭП.

Елабужские пойменные луга охватывают правобережную пойму р. Кама в районе г. Елабуга и занимают 11% площади НП «Нижняя Кама» (3109 га). Они представлены злаково-разнотравными, разнотравными и разнотравно-злаковыми, в меньшей степени заболоченными злаковыми и злаково-осоковыми лугами, иногда с участием кустарников и единичных деревьев. Здесь также отмечены осоково-злаковые открытые болота и старичные озера с обильной водной и прибрежно-водной растительностью.

Территория расположена в Елабужско-Пред-

камском возвышенном ландшафтном районе с Приуральскими широколиственно-пихтово-еловыми неморально-травными, сосново-широколиственными, сосново-травяными лесами на светло-серых лесных и дерново-подзолистых почвах подтаежной подзоны Бореальной ландшафтной зоны (Ландшафты ..., 2007). В физико-географическом отношении рассматриваемый участок приурочен к подзоне южной тайги Вятско-Камской возвышенности (Ступишин, 1964) или Восточному Предкамью.

Почвенный покров лугов однороден и представлен аллювиальными дерново-насыщенными маломощными малогумусовыми почвами.

Нарушенные участки характеризуются перемешанными почвенными горизонтами и преобладанием в травянистом покрове рудеральных (27.0%), влажно-луговых (24.7%) и луговых (19.0%) видов. Степень проективного покрытия – 15%.

Среднее значение проективного покрытия на участках контроля составляет 98%. Растительный покров представлен травянистыми ассоциациями: узколистно-мятликовая разнотравная, полевице-мятликовая разнотравная, лисохвосто-канареечниковая, лисохвостно-разнотравная, таволгово-влажнотравная и др. Наибольшей встречаемостью в исследованной флоре обладают *Poa angustifolia*, *Rumex confertus*, *Lathyrus pratensis*, *Cirsium setosum*, *Galium physocarpum*, *Veronica longifolia*, *Thalictrum simplex*, а наибольшей активностью – *Phalaroides arundinaceae*, *Poa angustifolia*, *Alopecurus pratensis*, *Filipendula ulmaria*, *F.vulgaris*.

В ходе работы обследовано 22 участка под установленными опорами с нарушенным почвенным покровом и 22 участка на сопредельной ненарушенной территории. Учеты численности педо-, герпето- и хортобионтов вели стандартными зоологическими методами (Количественные ..., 1987). Отобрано 88 почвенных проб на площадках 0.0625м<sup>2</sup> (по 44 на ЛЭП и 44 в контроле) с глубины 0-15 см. Выставлено 44 ловушки (по 22 на нарушенных и контрольных участках) на три ночи, отработано 126 ловушко-суток. Сбор хортобионтов проводили методом кошения сачком по траве (Фасулати, 1971). Беспозвоночных определяли до крупных таксонов (отряд, семейство).

Отловлено 266 особей педобионтов, 980 особей герпетобионтов и 863 хортобионтов. Обработку полученных данных проводили в ПП Excel и Statistica 7.0. Математическая обработка также включала расчет стандартных описательных статистик и численности хор-

тобионтов на 1 м<sup>2</sup> по формуле Л.Г. Динесманна (Бродский и др., 1983).

## Результаты и их обсуждение

### Педобионты

Фауна почвенных беспозвоночных нарушенных участков под ЛЭП включает в себя представителей 2 типов, 4 классов и 6 отрядов: дождевые черви Nematoda, пауки Araneae, хищные многоножки землянки Geophilomorpha, полужесткокрылые или клопы Hemiptera, жуки Coleoptera, двукрылые Diptera (всего 11 таксонов). На контрольных участках пойменных лугов отмечены аналогичные таксоны 3 типов, 5 классов и 9 отрядов (14 таксонов), а также моллюски Pulmonata, хищные многоножки косянки Lithobiomorpha и перепончатокрылые Hymenoptera.

Обилие мезофауны на нарушенных участках под опорами статистически значимо уступает таковому естественного пойменного луга (рис. 1). В составе педобионтов трансформированных участков по численности преобладают насекомые (55%) и дождевые черви (14.6%). Среди насекомых многочисленны жуки-жужелицы (18.4%), щелкуны (11.7%), хрущи (7.8%), а также двукрылые (5.8%).

В контрольных участках доминируют сходные группы (рис. 1), но соотношение их иное: снижается доля насекомых (48%) и пауков (1%), но возрастает доля дождевых червей (25%) и хищных многоножек (10%).

Таким образом, на сравниваемых участках наблюдается сходство таксономического состава педобионтов, при этом обилие мезофауны имеет определенные отличия. Поскольку площади нарушенных участков небольшие, различия по трофической структуре также оказались невысокими.

Фауна дождевых червей Елабужских пойменных лугов представлена четырьмя видами, из них два вида европейского происхожде-

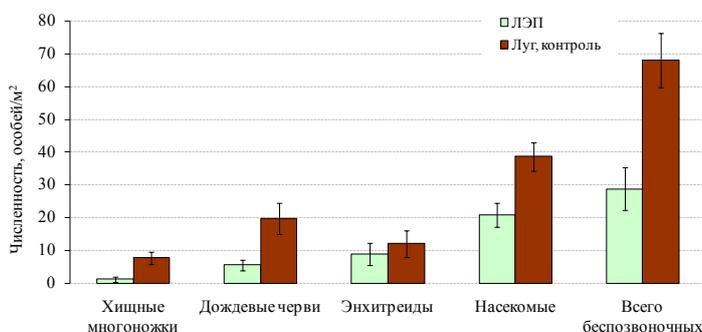


Рис. 1. Численность отдельных таксонов и всех почвенных беспозвоночных на участках с разной антропогенной нагрузкой

ния – влаголюбивый калькофильный *Octolasion lacteum* (10.2%) и подстилочный *Dendrobaena octaedra* (8.2%), и два сибирских вида – *Eisenia nordenskioldi nordenskioldi* (14.3%) и *Eisenia uralensis* (4.1%). Согласно литературным данным (Кадастр ..., 2014), для лугов низкого и среднего уровня южной тайги Восточного Предкамья отмечено обитание 10 видов дождевых червей, в число которых входят и обнаруженные виды.

На нарушенных участках под стойками ЛЭП обнаружено два вида дождевых червей *O. lacteum* и *E. n. nordenskioldi*, численность которых очень мала (1.5 и 0.4 ос./м<sup>2</sup>) (табл.). В целом обилие люмбрицид на контрольных участках с естественным луговым фитоценозом в 3.8 раза выше, чем на нарушенных территориях.

В числе наиболее представительных групп насекомых пойменных лугов национального парка была изучена фауна и население жуков-щелкунов. Численность их личинок под опорами ЛЭП значительно ниже (4.4 ос./м<sup>2</sup>), чем на лугу (14.2 ос./м<sup>2</sup>). Также значительно отличается и их видовое разнообразие. На нарушенных ЛЭП участках найдены только два вида: *Agriotes sputator* и *Mosotalesus nigricornis*. Первый из них является типичным и самым распространённым вредителем сельского хозяйства, второй также склонен к фитофагии. Его численность на контрольных участках значительно выше, что объясняется более благоприятными микроклиматическими условиями, создаваемыми густой растительностью, тогда как возле опор ЛЭП растительный покров весьма скудный. На контрольных участках найдено четыре вида проволочников: *A. sputator*; *Selatosomus latus*, *Synaptus filiformis*, *Oedosthetus quadripustulatus*. Два последних вида обнаружены в Татарстане впервые за последние 50 лет (Кадастр ..., 2014), хотя ранее они были отмечены в пойменных фитоценозах Среднего Поволжья (Алейникова, 1962).

Найденные в почве личинки жуков-щелкунов по типу питания относятся к растительноядным и всеядным. Преобладание фитофагов (*S. latus* и *A. sputator*) усиливается в контрольных участках. Другие два вида, *M. nigricornis* и *S. filiformis*, являются всеядными (Стриганова, Емец, 1998; English nature, 1999).

*Герпетобионты*

Фауна подстилочных беспозвоночных нарушенных участков была представлена 2 типами, 3 классами и 8 отрядами: моллюски Pulmonata, пауки Araneae, уховертки Dermaptera, прямокрылые

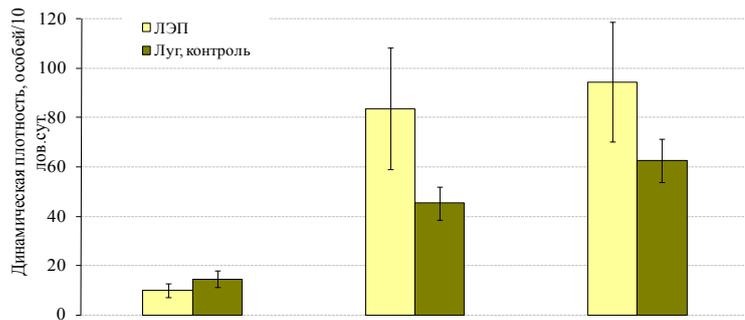


Рис. 2. Динамическая плотность герпетобионтов на нарушенных участках и естественном лугу

Orthoptera, полужесткокрылые Hemiptera, жуки Coleoptera, перепончатокрылые Hymenoptera, двукрылые Diptera (всего 17 таксонов). Таксономическое разнообразие контрольных участков не намного выше и состоит из сходных таксонов (20 таксонов). На участках под ЛЭП в ловушках отсутствовали дождевые черви, многоножки косянки, тля, кузнечики, жуки-мертвоеды и щелкуны.

Динамическая плотность герпетобионтов на нарушенных участках была в 1.5 раза выше, чем в контроле (рис. 2). Основу сообщества напочвенных подстилочных беспозвоночных составляли насекомые (88%) и пауки (11%). Среди насекомых наиболее многочисленны жуки-жужелицы (74.6%). На контрольных участках доля насекомых снижалась (73%), а пауков возростала (23%); насекомые представлены жужелицами (38.5%), кожеедами (7.3%) и стафилинами (7%). В нарушенных биотопах наблюдается монодоминантность в сообществе герпетобионтов, а на лугу – полидоминантность, что характерно для естественного фитоценоза.

В трофической структуре герпетобионтов на участках под ЛЭП абсолютные доминанты – хищники (84.5%), значительно им уступают фитофаги (6.0%) и смешанная группа (3.7%); сапрофаги практически отсутствуют (0.2%). На контрольных участках соотношение несколько меняется: хищники составляют 44.1%, возрастает роль фитофагов (9.4%) и сапрофагов (6.7%).

Таким образом, динамическая активность герпетобионтов на нарушенных в результате прокладки ЛЭП участках значительно выше таковой естественного пойменного лугового фитоценоза. В составе сообщества напочвенных подстилочных беспозвоночных доминируют главным образом хищные насекомые жуки-жужелицы. В естественном луговом фитоценозе возрастает роль фитофагов и сапрофагов.

*Хортобионты*

На нарушенном участке пойменного луга было собрано 18 крупных таксонов беспозвоночных. Среди них доминировали двукрылые (48.1%), муравьи (19.1%), цикады (10.6%), перепончатокрылые (24.8% вместе с муравьями), жесткокрылые (5.7%). Общая численность хортобионтов составляет 11.4 ос./м<sup>2</sup>. Среди хортобионтов преобладали фитофаги (69.8%) и смешанная группа 26.9%.

На контрольных участках выявлено наличие в травостое 16 таксономических групп беспозвоночных. Жесткокрылые включали представителей 4 семейств (на нарушенных участках – 6). Структура доминирования несколько отличается от естественных участков. Среди хортобионтов многочисленны двукрылые (31.5%), перепончатокрылые (23.9%) полужесткокрылые (14.3%) и равнокрылые (13.7%). В трофической структуре отмечено преобладание фитофагов (71.2%). Абсолютная плотность хортобионтов на контрольных участках составила 14 ос./м<sup>2</sup>.

В связи с локальным разрушением верхнего почвенного слоя при строительстве опор ЛЭП средние показатели численности хортобионтов естественных луговых ассоциаций были только незначительно выше, чем под опорами. В силу высокой подвижности хортобионтов такой фактор, как строительство опор ЛЭП в меньшей степени является для них определяющим, в отличие, например, от выпаса скота, который накладывает свой отпечаток на структуру сообществ. Преобладание двукрылых в травостое мы связываем именно с этим.

Анализ главных компонент (РСА) показал, что структурированность сообществ педо- и герпетобионтов как в контрольных участках, так и в нарушенных выражена слабо: в обоих случаях сумма первых двух компонент не превышает 40%. Это говорит о том, что размещение ЛЭП не следует рассматривать в качестве ведущего фактора, повлиявшего на трансформацию структуры сообществ почвенных беспозвоночных.

С помощью дискриминантного анализа выявлены статистически значимые различия между структурой сообщества педо- и герпетобионтов, обитающих на контрольных и нарушенных участках пойменного луга, хотя когезивность распределения невысокая (соответственно Wilks' Lambda 0.42 и 0.31, при  $p < 0.001$ ), при этом основную нагрузку несут разные группы беспозвоночных.

### Заключение

Почвенные беспозвоночные пойменных лугов НП «Нижняя Кама» чутко реагируют на нару-

шение почвенного слоя уменьшением таксономического состава и численности педобионтов мезофауны. Поскольку площади нарушенных участков небольшие, поэтому различия по таксономическому разнообразию и трофическому соотношению групп также были невысокими.

Фауна и население основных таксономических групп мезофауны дождевых червей и личинок жуков-щелкунов на нарушенных участках обеднена и малочисленна по сравнению с естественным луговым фитоценозом. Однако динамическая активность герпетобионтов под опорами высокого напряжения значительно выше, чем в естественном луговом фитоценозе, что, на наш взгляд, связано с отсутствием препятствий для перемещения жуков. В составе сообщества почвенных подстилочных беспозвоночных доминируют главным образом хищные насекомые жуки-жужелицы.

В силу высокой подвижности хортобионтов такие факторы, как строительство опор ЛЭП, являются в меньшей степени определяющими.

Многомерный анализ данных показал статистически значимые различия между структурой сообщества педо- и герпетобионтов контрольных и нарушенных участков, где аспектирующими группами были насекомые и паукообразные. Компонентный анализ выявил их слабую структурированность. Вероятно, установка высоковольтной линии электропередачи не оказывает существенного влияния на формирование структуры сообществ почвенных беспозвоночных, но влияет на их обилие, что выражается в отрицательном воздействии на мезофауну и положительном – на активность герпетобиотных жуков и паукообразных.

### Список литературы

1. Алейникова М.М. Опыт эколого-фаунистического районирования щелкунов Среднего Поволжья // Зоологический журнал. 1962. Т. 41, вып. 7. С. 1028-1040.
2. Александрова А.Б., Гордиенко Т.А., Вавилов Д.Н., Маланин В.В., Валиев В.С., Иванов Д.В. Микроэлементный состав почв и структурная организация сообществ мезофауны в заказнике ландшафтного типа // Известия Самарского научного центра РАН. 2015. Т. 17, №6. С. 278-284.
3. Бродский А.К., Кипятков В.Е., Кузнецова И.А., Мартынова Е.Ф., Саулич А.Х., Стекольников А.А., Тыщенко В.П. Руководство по энтомологической практике: Учеб. пособие. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1983. 230 с.
4. Вершинина И.В. Экологическая оценка изменений почвенно-биологического комплекса и компонентов трофической структуры биоценоза нарушенной светло-серой лесной почвы: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. М., 2013. 26 с.
5. Воробейчик Е.Л., Ермаков А.И., Тунева Т.К., Золотарев М.П. Изменение разнообразия почвенной мезофауны в градиенте промышленного загрязнения // Russian entomological journal. 2012. V. 21, №2. P. 203–218.

6. Емец В.М. Пространственно-временная динамика разнообразия животного населения почв на рекреационно используемых и заповедных лесных территориях (на примере крупных почвенных беспозвоночных Усманского бора). Воронеж: Воронеж. гос. ун-т, 2002. 151 с.
7. Кадастр сообществ почвообитающих беспозвоночных (мезофауна) естественных экосистем Республики Татарстан. Казань: Казан. ун-т, 2014. 308 с.
8. Количественные методы в почвенной зоологии. М.: Наука, 1987. 288 с.
9. Пухачев А.П., Изотова Т.Е., Шафигуллина С.М., Жеребцов А.К., Сапаев Е.А., Капитов В.Д. К изучению энтомофауны и противоэрозионных лесонасаждений овражно-балочных систем КП «Чулпан» Высокогорского района // Защита растений и охрана природы в Татарстане. Казань: Изд-во «Магбугат йорты», 2000. Вып. 6. С. 168-172.
10. Сабанцев Д.Н. Личинки жуков-щелкунов в почвах охраняемых и хозяйственно освоенных территорий Республики Татарстан // Учен. зап. Казан, ун-та. Сер. Естеств. науки. 2013. Т. 155, кн. 3. С. 174-185.
11. Стриганова Б.Р., Емец В.М. Закономерности пространственно-временной динамики разнообразия почвенной мезофауны (на примере жуков-щелкунов Elateridae, Coleoptera) // Изв. РАН. Сер. биол. 1998. №6. С. 717-724.
12. Ступишин В.М. Физико-географическое районирование Среднего Поволжья. Казань: Изд-во КГУ, 1964. 194 с.
13. Фасулати К.К. Полевое изучение наземных беспозвоночных. М.: Высшая школа, 1971. 424 с.
14. English Nature // UK Steering Group. UK Biodiversity Group: Tranche 2 Action Plans. 1999. Vol. 6: Terrestrial and Freshwater Species and Habitats. Peterborough. UK. 156 p.
15. Neher D.A. Soil community composition and ecosystem processes. Comparing agricultural ecosystems with natural ecosystems // Agroforestry Systems. 1999. V. 45. P. 159-185.

T.A. Gordienko, D.N. Vavilov, R.A. Sukhodolskaya, Y.A. Lukyanova. **Influence of the meadow ecosystems anthropogenic transformation on ground dwelling and terrestrial invertebrates communities in National park «Nizhnyaya Kama».**

The study was conducted at the territories, disturbed by power transmission lines construction and non-disturbed control areas in Elabuga flood land meadows. Abundance of ground dwelling and terrestrial fauna differed in mentioned territories: the first group decreased in number, but the second – increased in the anthropogenic impact gradient. Taxonomic composition was similar and trophic structure differed a little. Fauna and population of earthworms and wireworms of the disturbed areas were poor and small in comparison with the natural meadow phytocenoses. Multidimensional analysis revealed poorly expressed differences in structuredness of the population of structured communities of pedo- and herpetobionts both in control and in disturbed areas.

*Keywords:* soil mesofauna; herpetobionts; chortobionts; natural floodplain meadows; National park «Nizhnyaya Kama».