

УДК 595:537.8

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧ ВИСОКОЇ НАПРУГИ НА УГРУПОВАННЯ ХОРТОБІОНТНИХ АРТРОПОД (ARTHROPODA)

Рошко В.В., Рошко В.Г.

Дослідження впливу електромагнітного поля ліній електропередач високої напруги на угруповання хортобіонтних артропод (Arthropoda).– В.В. Рошко¹, В.Г. Рошко². – Досліджені загальні реакції хортобіонтних членистоногих на тривалий електромагнітний стрес. Виявлено що павуки та комахи є чутливими до електромагнітного поля ліній електропередач високої напруги. Із збільшенням напруженості електромагнітного поля зменшується їх чисельність та рясність. Інтенсивність кількісних змін в межах кожного дослідженого ряду хортобіонтних артропод детермінується специфічною таксономічною толерантністю до електромагнітного поля. Зміни біомаси хортобіонтів консументів корелюють як із зміною фітомаси під впливом електромагнітного поля так і із безпосередньою дією електромагнітного поля на них.

Ключові слова: хортобіонтні членистоногі, електромагнітний стрес, консументи, угруповання.

Адреса: 1 – Державний природознавчий музей НАН України, вул. Театральна 18, Львів, 79008 Україна; e-mail: roshko23vv@gmail.com; 2 – Ужгородський національний університет, вул. Волошина 32 А, Ужгород, 88000 Україна; e-mail: roshkovh@gmail.com

Investigation of the influence of electromagnetic field of high voltage transmission lines on communities of chortobiont arthropods (Arthropoda).– V.V. Roshko¹, V.H. Roshko². – The general reactions of chortobiont arthropods on prolonged electromagnetic stress have been researched. We found out that spiders and insects are sensitive to the electromagnetic field of high voltage transmission lines. As the intensity of the electromagnetic field increases, their number and density decreases. The intensity of quantitative changes within each order of studied chortobiont arthropods is determined by specific taxonomic tolerance to the electromagnetic field. Biomass changes of consumer-chortobionts are correlated as with the change in the phytomass under the influence of the electromagnetic field so also with the direct action of the electromagnetic field on them.

Key words: chortobiont arthropods, electromagnetic stress, consumers, communities.

Address: 1 – State Natural History Museum of NAS of Ukraine, 18, Teatral`na st., L`viv, 79008, Ukraine; e-mail: roshko23vv@gmail.com; 2 – Uzhhorod National University, 32, Voloshyna st., Uzhhorod, 88000, Ukraine; e-mail: roshkovh@gmail.com

Вступ

Сучасний розвиток енергетики та його тенденція до глобалізації суттєво впливають на наземні екосистеми планети. Зона активного електромагнітного забруднення завдяки сучасній мережі ліній електропередач (ЛЕП) високої напруги в Європі вже перевищує 1% від площі континенту. І загальна протяжність ліній електропередач високої напруги постійно зростає. Разом з цим зростає і напруга транспортованої електроенергії. Генероване лініями електропередач електромагнітне поле високої напруги виступає нетиповим екологічним фактором впливу на біоту. Адже показники напруженості цього поля в тисячі разів перевищують природний електромагнітний фон і створюють величезну за площею електромагнітну аномалію (Пресман 1971). У зв'язку з вищевказаним, електромагнітне поле повітряних ліній електропередач високої напруги передбачає серйозні екологічні ризики для живих істот різного рівня організації. Генеральною задачею наших досліджень було вивчення типових реакцій наземних артропод на хронічний електромагнітний стрес в природних

умовах за активної дії ЛЕП високої напруги. Польовий експеримент покликаний виявити кількісні зміни угруповань хортобіонтних членистоногих на електромагнітному градієнті. Об'єктом дослідження послужили угруповання павуків (Aranei) та комах (Insecta) – мешканців травостою, що виступають обов'язковим, найпоширенішим і найбагатшим із компонентів природних і порушених екосистем в умовах відкритих ландшафтів помірної зони Європи.

Матеріали та методи досліджень

Дослідження проводились протягом вегетаційного періоду 2017 р. у зоні дії ЛЕП «Західно-Українська - Альбертірша» з напругою 750 кВ в околицях с. Кальник Мукачівського району та с. Ірлява Ужгородського району Закарпатської області. В якості дослідних ділянок виступали мезофільні рівнинні сінокісні луки Закарпатської низовини. Вони характеризуються як вторинні рослинні угруповання, сформовані в порушених екотопах зі змінним гідрорежимом і відзначаються доволі високим ступенем синантропізації. Діапазон флористичного видового багатства тут визначається

ступенем антропоїзації та інтенсивністю періодичного випасу великої рогатої худоби, а літній флористичний аспект угруповань покритонасінних рослин складає в середньому від 46 до 74 видів. Загалом, дослідні ділянки в достатній мірі задовольняють репрезентативність головних параметрів мало- і середньо порушених низинних лук Закарпатської низовини. Рельєф ділянок рівнинний з однорідною рослинністю, що дозволяє нівелювати сукупність побічних (супутніх) екологічних факторів впливу на досліджувані компоненти екосистем і виділити електромагнітне поле ЛЕП високої напруги як чітко виражений первинний фактор. Для коректного трактування результатів польового експерименту, нами було проведено фізико-хімічний аналіз ґрунту дослідних ділянок з метою нівелювання додаткових едафічних факторів на розподіл угруповань наземних тварин. Якісний та кількісний облік хортобіонтних членистоногих проводили за загальноприйнятим в ентомології та арахнології методом контрольних покосів (100 помахів ентомологічним сачком) (Емельянов и др. 1999; Емельянов, Загороднюк 1990; Загороднюк и др. 1995; Тихомирова 1975; Фасулати 1971; Dunger, Friedler 1989). Відбір проб здійснювався за просторово-ділянковою схемою на стандартних віддальх від ЛЕП: 0 м (безпосередньо під дротами), 50 м, 100 м, 150 м, 200 м від ЛЕП. (градієнт напруженості поля знижується від ЛЕП – 20,6 кВ/м до контролю – 0,11 кВ/м). Загалом було здійснено 75 контрольних покосів, та відловлено понад 2.5 тис. екземплярів павуків і понад 16,5 тис екземплярів комах.

Результати та їх обговорення

Виявлення загальних реакцій угруповань хортобіонтних членистоногих на хронічний електромагнітний стрес здійснювалось на порушених суходільних лучних екосистемах в зоні активної дії ЛЕП-750 кВ. Угрупування павуків та комах ми аналізували вздовж електромагнітного градієнту, облікуючи їх на наступних віддальх від ЛЕП: 0 м (в місці найнижчого провисання дротів), 50 м, 100 м, 150 м і 200 м (умовний контроль). Таким чином, ми виділили ділянки з різною напруженістю електромагнітного поля, градієнт якого знижується від ЛЕП до умовного контролю.

Оцінка характеру загальних реакцій хортобіонтних членистоногих на хронічну дію електромагнітного поля ЛЕП високої напруги базується на виявленні якісних та кількісних змін угруповань під впливом різних напруженостей поля на електромагнітному градієнті. Низькочастотне поле, що генерується ЛЕП високої напруги у тисячі разів перевищує природний електромагнітний фон Землі. Логічно, що реакції біологічного угруповання та його компонентів цілком очікувані. Досвід попередніх досліджень педофауни (Lumbricidae, Oribatida, Collembola) та дрібних ссавців (Micromammalia) (Крон та ін. 2008; Крон, Рошко

2008; Крон та ін. 2010; Крон та ін. 2017; Рошко, Крон 2009; Рошко, Крон 2010; Becker, 1977) в умовах хронічного електромагнітного стресу трактує ЕМП як однонаправлений негативний фактор впливу. Підвищення напруженості ЕМП, тобто наближення до ЛЕП, викликає зниження загальної чисельності, біомаси, рясності, таксономічного різноманіття, індексів різноманіття угруповань. Хортобіонтні членистоногі, як мешканці травостою, потрапляючи в зону дії ЛЕП високої напруги, зазнають безпосереднього впливу ЕМП (Рошко та ін. 2012; Рошко ат ін. 2012; Рошко та ін. 2013; Рошко 2014; Рошко 2015; Рошко та ін. 2016; Рошко та ін. 2016; Рошко, Рошко 2017; Kron at al. 2007). Багато з них не відзначаються високою руховою активністю і постійно перебувають в зоні активної дії поля.

Загальна чисельність облікованих нами хортобіонтів в умовах хронічного електромагнітного стресу зменшується на градієнті напруженості поля в діапазоні від 19,3 тис. особин на лінії умовного контролю (200 м) до 1,8 тис. особин безпосередньо під дротами ЛЕП (0 м). Перепад абсолютних кількісних показників наочно вказує на спрямування вектора відгуку біоти до впливу досліджуваного антропогенного фактора (табл. 1). Реакція таксону на електромагнітний вплив виявляється специфічною. Найяскравіше вона виражена у Hemiptera та Homoptera, де кількість облікованих особин від умовного контролю до нульової віддалі (під дротами ЛЕП) зменшується в 5,3 і 4,8 рази відповідно. Для Orthoptera чисельність змінюється у 4,1 рази, для Diptera – у 3,8. А найменший кількісний спад облікових особин від умовного контролю до нульової віддалі спостерігається у Coleoptera – в 2,6 рази, у Aranei – в 2,8 рази та в Hymenoptera – в 2,9 рази.

Біологічне угруповання, як цілісна структурно-функціональна одиниця реагує на електромагнітне поле ЛЕП високої напруги зменшенням загальної чисельності. В розрізі досліджуваних таксонів кількісні зміни угруповань на різних віддальх від ЛЕП чітко підпорядковуються виявленій нами залежності. Відносна представленість різних груп артропод на стандартних віддальх демонструє типову для всіх рядів адаптивну реакцію (табл. 2). Співвідношення виявлених під ЛЕП рядів артропод в розрізі аналізованих таксонів варіює у дуже незначних межах: від 7,8% у Hemiptera до 11,2% у Aranei. Діапазон коливання представленості на віддалі 50 м від ЛЕП варіює від 8,1% до 16,7%, на віддалі 100 м – від 13,6% до 20,3%, на віддалі 150 м – від 23,2% до 29,3%. А на умовному контролі (200 м від ЛЕП) він виявився найвищим – від 28,1% до 41,1%. Загалом, реакції чисельності окремих таксонів хортобіонтних членистоногих на вплив електромагнітного поля ЛЕП високої напруги значно не відрізняються. Логічно, що генетично споріднені групи подібно реагують на окремий екологічний фактор.

Таблиця 1. Динаміка чисельності досліджених груп хортобіонтних артропод в зоні дії ЕМП ЛЕП 750 кВ (дані обліків за 2017 р.)

Table 1. Dynamics of the quantity of investigated chortobiont arthropod groups in the active zone of the EMF of the 750 kV power transmission lines (accounting data for the year 2017)

| Віддаль від ЛЕП (м) | Aranei | Orthoptera | Homoptera | Hemiptera | Coleoptera | Diptera | Hymenoptera | Insecta |
|---------------------|--------|------------|-----------|-----------|------------|---------|-------------|---------|
| 0 | 296 | 48 | 148 | 310 | 229 | 279 | 527 | 1541 |
| 50 | 384 | 51 | 215 | 325 | 349 | 490 | 736 | 2166 |
| 100 | 536 | 81 | 307 | 541 | 421 | 600 | 993 | 2943 |
| 150 | 615 | 133 | 499 | 1168 | 506 | 751 | 1203 | 4260 |
| 200 | 816 | 197 | 716 | 1637 | 587 | 1056 | 1544 | 5737 |
| Σ | 2647 | 510 | 1885 | 3981 | 2092 | 3176 | 5030 | 16674 |

Таблиця 2. Представленість (у % від загальної чисельності угруповання) хортобіонтних артропод на електромагнітному градієнті

Table 2. Representation (in % from the total number of communities) of chortobiont arthropods on an electromagnetic

| Віддаль від ЛЕП (м) | Aranei | Orthoptera | Homoptera | Hemiptera | Coleoptera | Diptera | Hymenoptera | Insecta |
|---------------------|--------|------------|-----------|-----------|------------|---------|-------------|---------|
| 0 | 11,2 | 9,4 | 7,9 | 7,8 | 10,9 | 8,8 | 10,5 | 9,2 |
| 50 | 14,5 | 10,0 | 11,4 | 8,2 | 16,7 | 15,4 | 14,6 | 13,0 |
| 100 | 20,3 | 15,9 | 16,3 | 13,6 | 20,1 | 18,9 | 19,7 | 17,7 |
| 150 | 23,2 | 26,1 | 26,5 | 29,3 | 24,2 | 23,7 | 23,9 | 25,6 |
| 200 | 30,8 | 38,6 | 38,0 | 41,1 | 28,1 | 33,3 | 30,7 | 34,4 |

Для коректного трактування і об'єктивної оцінки впливу досліджуваного екологічного фактора на біологічні об'єкти, необхідно виявити ступінь залежності різних екологічних груп від ЕМП ЛЕП. З цієї позиції важливо виявити: чи членистоногі (Aranei та Insecta), як консументи першого та другого порядків, реагують на ЕМП ЛЕП високої напруги, чи реакція є опосередкованою на зменшення біомаси продуцентів? Адже останні, знаходячись (зростаючи) в зоні активної дії ЛЕП, достовірно реагують на електромагнітне поле, генероване високовольтними лініями електропередач. Наші дослідження дозволяють стверджувати про пригнічення ростових процесів покритонасінних рослин під дією ЕМП ЛЕП. В цьому випадку, для виявлення корелятивних зв'язків, логічно проаналізувати ступінь змін біологічної продукції на електромагнітному градієнті для продуцентів та консументів. Надземна фітомаса на дослідних ділянках змінюється під впливом ЕМП ЛЕП високої напруги від $m=1274,66 \text{ г/м}^2$ в умовному контролі до $m=574 \text{ г/м}^2$ під лінією (в місці найнижчого провисання дротів) (табл. 3). Найпростіший і коректний підхід для оцінки ступеню залежності надземної фітомаси від електромагнітного поля ЛЕП – використання кореляційного відношення (Рошко, Куц 2017;

Johnson et al. 1979; Sheppard 1983). Його ми виражаємо як частку кількісного показника групи, отриманого в зоні найвищої напруженості електромагнітного поля ЛЕП (в місці найнижчого провисання дротів) до показника в зоні фонових значень ЕМП (умовний контроль на віддалі 200 м від ЛЕП), вираженого у відсотках. Отже, для надземної фітомаси рослин в зоні дії ЛЕП напругою 750 кВ ступінь кореляції становить 45,03%. Зоомаса хортобіонтів на дослідних ділянках змінюється під впливом електромагнітного поля ЛЕП високої напруги від $m=1,183 \text{ г/контр. покіс}$ в умовному контролі до $m=0,291 \text{ г/контр. покіс}$ в місці найнижчого провисання дротів ЛЕП (табл. 4). Ступінь кореляції зоомаси членистоногих до напруженості електромагнітного поля ЛЕП напругою 750 кВ становить 24,59%. Проведений аналіз наочно свідчить на користь безпосереднього впливу електромагнітного поля ЛЕП високої напруги на угруповання хортобіонтних членистоногих (рис. 1). Бо кореляційне відношення для покритонасінних рослин у складі травостою дослідної ділянки і членистоногих – мешканців цього травостою суттєво відрізняється, чого не повинно було бути при відсутності впливу ЕМП ЛЕП на досліджувану групу хортобіів. Отримані результати виявляють чітку і

закономірну картину реакції угруповань досліджуваний екологічний фактор – хортобіонтних членистоногих (Aranei та Insecta) на електромагнітне поле ЛЕП.

Таблиця 3. Середні показники надземної фітомаси покритонасінних рослин в умовах хронічного електромагнітного стресу (ЛЕП-750кВ)

Table 3. Average indexes of above-ground phytomass of angiosperms in conditions of chronic electromagnetic stress (750 kV power transmission lines)

| Віддаль від ЛЕП-750кВ (м) | Вага на 1м ² (г) | Частка від суми (%) |
|---------------------------|-----------------------------|---------------------|
| 0 | 574 | 12,86 |
| 50 | 718 | 16,09 |
| 100 | 837,33 | 18,76 |
| 150 | 1058,66 | 23,72 |
| 200 | 1274,66 | 28,56 |
| Σ | 4462,650 | 99,99 |

Таблиця 4. Середні показники зоомаси хортобіонтних артропод в умовах хронічного електромагнітного стресу (ЛЕП-750кВ)

Table 4. Average indexes of zoomass of chortobiont arthropods in conditions of chronic electromagnetic stress (750 kV power transmission lines)

| Віддаль від ЛЕП-750кВ (м) | Середня вага на 1 контр. покis (г) | Частка від суми (%) |
|---------------------------|------------------------------------|---------------------|
| 0 | 0,291 | 8,65 |
| 50 | 0,453 | 13,47 |
| 100 | 0,668 | 19,86 |
| 150 | 0,768 | 22,84 |
| 200 | 1,183 | 35,18 |
| Σ | 3,363 | 100 |

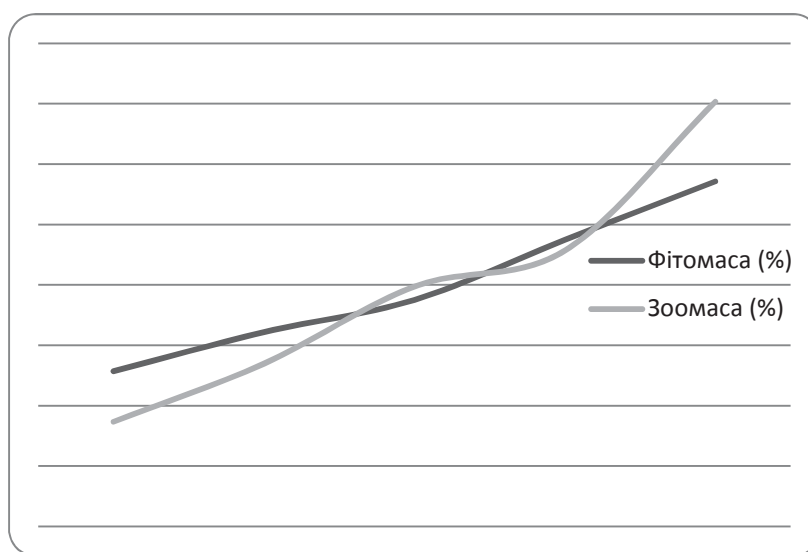


Рисунок 1. Залежність фіто- та зоомаси від електромагнітного поля ліній електропередач високої напруги, промислової частоти

Figure 1. The dependence of phyto- and zoomass from the electromagnetic field of industrial frequency high voltage transmission lines

Коректність постановки польового експерименту ми спробували оцінити з позиції стану едафічних параметрів стаціонарних дослідних ділянок. Фізико-хімічний аналіз ґрунту, проведений на кафедрі аналітичної хімії Ужгородського національного університету за люб'язної допомоги доктора хімічних наук, професора Сухарева С.М. виявив, що за показниками рН, вмісту гумусу, вмісту

біогенних елементів (N, P, K) та фізичними характеристиками, дослідні ділянки на електромагнітному градієнті суттєво не відрізняються (табл. 5). Такий результат є ще одним свідченням на користь того, що ЕМП ЛЕП-750 кВ в умовах закладеного польового дослідження виступає чітко вираженим фактором, а впливом едафічної складової можна знехтувати.

Таблиця 5 Результати аналізу ґрунтів $X_{\text{ср}} \pm \delta$ ($n=6$; $P=0,95$)Table 5. Results of soil analysis $X_{\text{ср}} \pm \delta$ ($n=6$; $P=0,95$)

| Зразок ґрунту | pH* | Вміст гумусу**, % | Тип ґрунту | Вміст рухомих форм N***, мг/кг | Вміст рухомих форм P ₂ O ₅ , мг/кг | Валовий вміст K, г/кг |
|---------------|---------|-------------------|------------|--------------------------------|--|-----------------------|
| 1 | 6,1±0,1 | 3,3±0,3 | глинистий | 1,5±0,2 | 18,7±0,9 | 4,4±0,4 |
| 2 | 6,0±0,2 | 3,3±0,2 | глинистий | 1,7±0,2 | 20,2±1,1 | 4,9±0,5 |
| 3 | 6,4±0,2 | 3,0±0,3 | глинистий | 1,7±0,2 | 14,8±0,7 | 3,8±0,3 |
| 4 | 5,9±0,2 | 3,1±0,2 | глинистий | 1,8±0,3 | 16,4±0,8 | 4,3±0,4 |
| 5 | 6,5±0,1 | 3,2±0,3 | глинистий | 1,5±0,2 | 17,1±0,9 | 5,2±0,5 |
| 6 | 6,0±0,2 | 2,8±0,3 | глинистий | 2,4±0,2 | 15,6±0,8 | 3,7±0,4 |
| 7 | 6,5±0,2 | 2,5±0,2 | глинистий | 2,6±0,3 | 17,8±0,9 | 4,1±0,3 |
| 8 | 6,1±0,2 | 2,7±0,2 | глинистий | 1,5±0,2 | 18,3±0,9 | 4,6±0,5 |
| 9 | 5,9±0,2 | 3,3±0,3 | глинистий | 2,3±0,2 | 15,2±0,8 | 3,9±0,3 |
| 10 | 5,9±0,1 | 3,0±0,3 | глинистий | 2,2±0,2 | 16,6±0,8 | 4,2±0,4 |
| 11 | 6,2±0,1 | 3,0±0,3 | глинистий | 1,7±0,2 | 17,8±0,9 | 3,9±0,4 |
| 12 | 6,3±0,2 | 3,2±0,2 | глинистий | 2,1±0,2 | 19,4±1,1 | 4,5±0,4 |
| 13 | 5,9±0,2 | 3,2±0,3 | глинистий | 1,9±0,2 | 15,6±0,7 | 4,7±0,3 |
| 14 | 6,5±0,2 | 3,1±0,2 | глинистий | 2,2±0,3 | 17,4±0,8 | 4,3±0,4 |
| 15 | 6,4±0,1 | 3,0±0,3 | глинистий | 1,7±0,2 | 18,3±0,9 | 4,0±0,4 |

Примітка: * – актуальна кислотність (рН водної витяжки ґрунту при співвідношенні маса ґрунту 10 г : об'єм води 50 см³); ** – вміст гумусу розраховано на абсолютно сухий ґрунт; *** – рухомі форми N (сумою NO₃⁻, NO₂⁻, NH₄⁺ в перерахунок на N).

Висновки

Угрупування хортобіонтних членистоногих реагують на хронічний електромагнітний стрес за екоклінальним типом. Ці угруповання на електромагнітному градієнті змінюються поступово у відповідності до зменшення інтенсивності антропогенного фактору. Електромагнітний градієнт визначає формування послідовного ряду стресових артроподоконплексів, що корелюють із напруженістю електромагнітного поля. Загальна чисельність і рясність артропод на електромагнітному градієнті підпорядковані зворотній кореляційній залежності – підвищення напруженості поля викликає зниження кількісних

параметрів у досліджуваних угруповань. Інтенсивність кількісних змін в межах кожного дослідженого ряду хортобіонтних артропод детермінується специфічною таксономічною толерантністю до електромагнітного поля. Представленість хортобіонтних артропод на електромагнітному градієнті підпорядкована зворотній кореляційній залежності. Електромагнітне поле ліній електропередач високої напруги має прямий, безпосередній вплив на ентомо- та арахнокомплекс, а не проявляється опосередковано через вплив ЕМП на флористичний аспект досліджуваних ділянок.

ЕМЕЛЬЯНОВ, И.Г., ЗАГОРОДНЮК, И.В., ХОМЕНКО, В.Н. (1999). Таксономическая структура и сложность биотических сообществ. *Экология та ноосферология*, 8(4), 6-18.

ЕМЕЛЬЯНОВ, И.Г., ЗАГОРОДНЮК, И.В. (1990). Таксономическое разнообразие фаунистических комплексов и стратегия сохранения генофонда животного мира. В: *Проблемы изучения и сохранения биологического разнообразия*. Илим, Фрунзе, 45-46.

ЗАГОРОДНЮК, И.В., ЕМЕЛЬЯНОВ, И.Г., ХОМЕНКО, В.Н. (1995). Оценка таксономического разнообразия фаунистических комплексов. *Доповіди НАН України, Серія Математика, Природознавство, Технічні науки*, 7, 145-148.

КРОН, А.А., ВОЛОШИН, О.І., МЕЛАМУД, В.В., РОШКО, В.Г. (2008). Загальний характер впливу електромагнітного поля ліній електропередач високої

напруги на ґрунтових кліщів (Arachnida, Acarina). *Науковий вісник Ужгородського університету, Серія Біологія*, 23, 174-179.

КРОН, А.А., РОШКО, В.Г. (2008). Влияние электромагнитного поля линий электропередач высокого напряжения на пространственное распределение насекомых. *Труды Ставропольского отделения Русского энтомологического общества. Выпуск 4: Материалы Международной научно-практической конференции*. АГРУС, Ставрополь, 208-211.

КРОН, А.А., РОШКО, В.Г., ВЛАСЕНКО, Р.П., ОНИЩУК, І.П. (2010). Угрупування дощових черв'яків (Oligochaeta, Lumbricidae) в умовах хронічного електромагнітного стресу. *Науковий вісник Ужгородського університету, Серія Біологія*, 27, 13-17.

- КРОН, А.А., РОШКО, В.В., РОШКО, В.Г. (2017). Особливості розподілу наземних молюсків (Gastropoda) в зоні дії електромагнітного поля ліній електропередач високої напруги. *Тези доповідей 71 підсумкової конференції професорсько-викладацького складу ДВНЗ «Ужгородський національний університет»*. Серія Біологія. Ужгород, 27-28 лютого 2017, 30-31.
- ПРЕСМАН, А.С. (1971). *Электромагнитные поля в биосфере*. Знание, Москва, 63 с.
- РОШКО, В.В. (2014). Адаптивні реакції хортобіонтних членистоногих (Arthropoda) на хронічний електромагнітний стрес. *Матеріали 7 регіональної конференції молодих вчених та студентів «Проблеми збереження біорізноманіття Українських Карпат»*. Ужгород, 24 квітня 2014, 33.
- РОШКО, В.В. (2015). Просторовий розподіл хортобіонтних членистоногих в умовах хронічного електромагнітного стресу. *Матеріали 8 регіональної конференції молодих вчених та студентів «Проблеми збереження біорізноманіття Українських Карпат»*. Ужгород, 22 квітня 2015, 25.
- РОШКО, В., КРОН, А. (2009). Зміни угруповань дрібних ссавців (Micromammalia) в умовах хронічного електромагнітного стресу. *Моніторинг і діагностика ссавців: Праці Теріологічної школи*. 10, 111-118.
- РОШКО, В.В., КРОН, А.А., РОШКО, В.Г. (2016). Толерантність угруповань членистоногих (Arthropoda) до низькочастотного електромагнітного поля високої напруги. *Тези доповідей I (IV) міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми сучасної ентомології»*, Ужгород, 15-17 вересня 2016, 79.
- РОШКО, В.В., КУЦ, Є.М. (2017). Загальні реакції покритонасінних рослин на хронічний електромагнітний стрес. *Тези доповідей 71 підсумкової конференції професорсько-викладацького складу ДВНЗ «Ужгородський національний університет»*. Серія Біологія. Ужгород, 27-28 лютого 2017, 29-30.
- РОШКО, В.В., ПРОКОПЕНКО, О.В., РОШКО, В.Г. (2012). Загальні реакції угруповань хортобіонтних павуків (Arachnida: Aranei) на хронічний електромагнітний стрес. *Науковий вісник Ужгородського університету*, Серія Біологія, 32, 45-49.
- РОШКО, В.В., РОШКО, В.Г. (2017). Динаміка угруповань хортобіонтних членистоногих в умовах хронічного електромагнітного стресу. *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції*. Рахів, 26-29 вересня 2017, Растр-7, Львів, 282-286.
- РОШКО, В.Г., КРОН, А.А. (2010). Реакції окремих груп педобіонтів на хронічний електромагнітний стрес. *Науковий вісник Ужгородського університету*, Серія Біологія, 29, 65-74.
- РОШКО, В.Г., КРОН, А.А., РОШКО, В.В. (2016). Реакції членистоногих (Arthropoda) на хронічний електромагнітний стрес. *Тези доповідей I (IV) міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми сучасної ентомології»*, Ужгород, 15-17 вересня 2016, 80.
- РОШКО, В.Г., МАТЕЛІШКО, О.Ю., РОШКО, В.В. (2012). Загальні реакції хортобіонтних членистоногих (Arthropoda) на хронічний електромагнітний стрес. *Науковий вісник Ужгородського університету*, Серія Біологія, 33, 36-42.
- РОШКО, В.Г., МАТЕЛІШКО, О.Ю., РОШКО, В.В. (2013). Хортобіонтні членистоногі в умовах хронічного електромагнітного стресу. *Матеріали VIII з'їзду ГО "Українське ентомологічне товариство"*, Київ, 26-30 серпня 2013, 142-143.
- ТИХОМИРОВА, А.Л. (1975). Учет напочвенных беспозвоночных. *Методы почвенно-зоологических исследований*. Наука, Москва, 73-85.
- ФАСУЛАТИ, К.К. (1971). *Полевое изучение наземных беспозвоночных*. Высшая школа, Москва, 237 с.
- BECKER, G. (1977). Elektrische Kommunikation bei termiten. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 82 (1-4), 300-306.
- DUNGER, W., FRIEDLER, H.J. (1989). *Methoden der bodenbiologie*. Gustav Fiescher Verlag, Stuttgart, New York, 432 s.
- JOHNSON, J.G., POZNANIAK, D.T., MCKEE, G.W. (1979). Prediction of damage severity on plants due to 60-hz high-intensity electric fields. *Hanford Life Sciences Symposium 18th Annual Meeting*. Richland, USA, October, 1978, 172-183.
- KRON, A.A., VOLOSHYN, O.I., ROHKO, V.H. (2007). Response of some groups of Arthropoda to electromagnetic field effect of high-voltage power transmission lines. *In: Landscape Architecture and Spatial Planning as the Basic Element in the Protection of Native Species*. Tuczno, 108-113.
- SHEPPARD, A.R. (1983). Biological Effects of High Voltage Direct Current Transmission Lines. *Report to the Montana Department of Natural Resources and Conservation*, NTIS publication, Helena, April, 1983.

Отримано: 20 червня 2017 р.

Прийнято до друку: 16 грудня 2017 р.