

УДК 599.[323+35]+591.55:621.315.17

ЗМІНИ УГРУПОВАНЬ ДРІБНИХ ССАВЦІВ (MICROMAMMALIA) В УМОВАХ ХРОНІЧНОГО ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО СТРЕСУ

Володимир Рошко, Арпад Крон

Ужгородський національний університет (м. Ужгород, Україна)

Адреса для зв'язку: А. Крон; Ужгородський національний університет, вул. А. Волошина 32, м. Ужгород, 88000, Україна; e-mail: akron@bigmir.net

Зміни угруповань дрібних ссавців (Micromammalia) в умовах хронічного електромагнітного стресу. — Рошко В., Крон А. — Аналіз кількісного та якісного розподілу мікромамалій в зоні дії електромагнітного поля ліній електропередач високої напруги, виявив залежність між параметрами угруповань та напруженістю електромагнітного поля. Збільшення напруженості електромагнітного поля викликає закономірне зменшення чисельності особин, видового багатства і показників різноманіття угруповань мікромамалій.

Ключові слова: електромагнітне поле, лінії електропередач високої напруги, хронічний електромагнітний стрес, дрібні ссавці, індекси різноманіття.

Community changes of small mammals under conditions of chronic electromagnetic stress. — Roshko V., Kron A. — Analyzing quantitative and qualitative distribution of small mammals in the zone of high-voltage power transmission lines, a relation was discovered between community characteristics and the voltage level of electromagnetic field. With the growing voltage of electromagnetic field there appears a regular fall in the numbers of individuals, numbers of species and the biodiversity indices of micromammalia community.

Key words: electrotransmission lines of high tension, electromagnetic field, chronic electromagnetic stress, small mammals, diversity indices.

Вступ

Біологічні угруповання виявляють унікальну властивість адекватно реагувати на будь-які екологічні впливи та зміни середовища. Характер і ступінь адаптивних реакцій залежить не тільки від природи та інтенсивності діючого фактору, але й від таксономічної належності біологічних компонентів угруповання, тобто від ступеня їх морфофізіологічної організації. Спектр реакцій біологічних систем та їх складових охоплює різні варіативні можливості: від елімінації окремих особин чи популяцій, через проміжні сукцесійні процеси, аж до можливості процвітання окремих видів чи угруповання загалом. В такому випадку, наслідки екологічного впливу або впливів об'єктивно можуть оцінюватись параметрами біологічного угруповання, популяційними показниками чи морфологічними та фізіологічними вимірами.

Такий загальний підхід до оцінки наслідків дії екологічного фактора на біологічні системи різних рангів (різних рівнів інтеграції) ми спробували застосувати при вивченні ще мало досліджених особливостей існування тваринних організмів в умовах хронічного електромагнітного стресу. Актуальність зазначеної проблеми базується на надзвичайних масштабах і темпах розвитку електроенергетики та мереж транспортування такої енергії.

Застосування та використання електроенергії у всіх галузях діяльності людини призводить до формування густої мережі ліній електропередач не тільки у промислових регіонах планети. Протяжність цих ліній та їх напруга постійно зростають.

Як результат впливу нетипового для біосфери антропоїчного фактору — електромагнітного поля (ЕМП) ліній електропередач (ЛЕП) високої напруги промислової частоти, підлягають

все більші і більші площі суходолу. Площа активної дії електромагнітного поля повітряних ЛЕП високої напруги у індустріально розвинених регіонах планети вже сягає понад 1 % і з кожним роком розширюється. Зона хронічного електромагнітного стресу охоплює різноманітні екосистеми і їх біологічні угруповання.

На цьому фоні виявляється парадоксальна ситуація, коли вивченість реакцій біологічних систем різних рангів на зазначений екологічний фактор антропоїчної природи залишається недостатньою. В першу чергу, це стосується досліджень впливу ЕМП ЛЕП високої напруги на біорізноманіття, які залишилися поза увагою дослідників-екологів. Дослідження окремих авторів (Пресман, 1971; Банкоске та ін., 1980, Орлов, 1990, Григорьев та ін., 2003) наслідків дії ЕМП на біологічні об'єкти стосуються переважно фізіологічних та поведінкових реакцій. Та й найчастіше, з цієї позиції вивчалися впливи ЕМП високих та надвисоких частот і поля побутових чи промислових електронних приладів. Висновки ж у цих публікаціях часто неоднозначні та суперечливі.

Важливим з позиції збереження біорізноманіття різних рівнів та рангів є виявлення закономірностей динамічних змін показників різноманіття в реальних умовах природних екосистем, які зазнають впливу хронічного електромагнітного стресу. З такого ракурсу ми підійшли до оцінки дії ЕМП повітряних ЛЕП високої напруги на тваринні компоненти екосистем. Зважаючи на недостатню вивченість та неоднозначність трактування зазначеної екологічної проблеми в площині впливу на біорізноманіття, об'єктом наших досліджень обрано дрібних ссавців (*Microtammalia*). Відносно висока чисельність цих тварин протягом всього вегетаційного сезону і доволі вузький, але достатній спектр видів, дозволяє здійснювати екологічний моніторинг практично в будь-яких природних чи антропоізованих умовах. А невеликий радіус індивідуальної активності мікромамалій визначає їх зручність для діагностики впливу екологічних факторів різної природи навіть на невеликих площах.

Наші попередні дослідження дії ЕМП ЛЕП високої напруги на ґрунтових членистоногих (орібатидних кліщів та колембол), що відзначаються низькою руховою активністю, свідчать про однозначний вплив поля на показники біорізноманіття (Крон та ін., 2008, 2009; Kron et al., 2007). Характер реакцій дрібних ссавців на досліджуваний антропоїчний фактор покликаний підкріпити або спростувати наші узагальнення щодо однозначності впливу ЕМП ЛЕП високої напруги на різноманіття тваринних угруповань.

Для реалізації цього завдання, ми здійснили комплексний аналіз параметрів різноманіття угруповань мікромамалій в умовах хронічного електромагнітного стресу.

Матеріали і методи дослідження

Дослідження загальних реакцій угруповань дрібних ссавців на ЕМП високої напруги проводились нами протягом 2007–2008 рр. в зоні дії ЛЕП «Західно-Українська – Альбертірша» з напругою 750 кВ і частотою 50 Гц в околицях с. Кальник Мукачівського району Закарпатської області. В якості дослідних ділянок виступали неокультурені пасовища та рудеральні ділянки, що характеризуються однорідним макро- та мікрорельєфом і однорідною рослинністю в межах кожної облікової площі. Це дозволило нівелювати сукупність побічних (супутніх) екологічних факторів впливу на досліджувані компоненти екосистем і виділити ЕМП, як чітко виражений первинний фактор. Загальний характер ландшафту, в умовах якого проводився польовий експеримент, представляє собою вторинні низинні суходільні луки, з помірним ступенем антропоїчного порушення.

Якісний та кількісний облік чисельності дрібних ссавців здійснювали впродовж вегетаційного періоду з допомогою пасток-давилок, викладених в лінію на віддаль: 0, 50, 100, 150 та 200 м від ЛЕП 750 кВ. Такий підхід до обліків дозволяє коректно диференціювати зони із різною напруженістю електромагнітного поля, бо в міру віддалення від ЛЕП, напруженість ЕМП зменшується. Напруженість ЕМП в умовах досліді становила: 20,6 кВ/м безпосередньо під ЛЕП, 2,6 кВ/м на віддалі 50 м, 0,21 кВ/м на віддалі 100 м, 0,11 кВ/м на віддалі 150 м і менше 0,1 кВ/м на віддалі 200 м (зазначені показники отримані в лабораторії електромагнітних

полів та інших фізичних факторів Закарпатської обласної СЕС). Віддаль 200 м від ЛЕП слугувала контролем, оскільки тут відмічаються лише фонові значення ЕМП. Зазначені напруженості поля суттєво не змінюються ні протягом доби, ні протягом року.

Лови та обрахунок чисельності мікромамалій здійснювали за загальноприйнятою методикою (Кучерук, 1952; Новиков, 1949). Проведено 45 відловів у межах п'яти стандартних віддалей від ЛЕП з однаковою кількістю пасток-давилок, викладених уздовж лінії. Кількість пастко-діб для кожної з віддалей за час експерименту склала 630, а їх загальна кількість — 3150. Обліки здійснено у весняний, весняно-літній, літній, літньо-осінній та осінній періоди 2007–2008 років. Загалом зловлено 553 особини дрібних ссавців 6-ти видів з двох рядів: Muriformes (*Apodemus agrarius* Pall., *Sylvaemus flavicollis* Melchior, *Microtus arvalis* Pall., *Mus musculus* L.) та Soriciformes (*Crocidura leucodon* Her., *Sorex araneus* L.).

Статистичну обробку матеріалу здійснювали з використанням пакету прикладних статистичних програм Statistica 6.0, Microsoft Excel v. 9.0 у відповідності із загальноприйнятими підходами (Лакин, 1973). Розрахунки показників біорізноманіття проводили із застосуванням індексів Шеннона (H), Сімпсона (D), вирівняності Пієлу (Мэгарран, 1992, Загороднюк та ін., 1995, Ємельянов та ін., 1999, 2008).

Результати та їх обговорення

Оцінка стану угруповань дрібних ссавців в умовах хронічного електромагнітного стресу покликана виявити та інтерпретувати загальний зміст впливу ЕМП ЛЕП високої напруги на досліджувану групу хребетних тварин. Адже зміни якісних чи кількісних параметрів угруповання є закономірною адаптивною відповіддю біологічної системи будь-якого рівня на нетиповий вплив середовища.

Такі зміни ми намагалися виявити в угрупованнях мікромамалій, які зазнають тривалого впливу ЕМП, що значно перевищує природні фонові показники напруженості. Об'єктивне твердження може базуватися тільки на порівнянні параметрів угруповань дрібних ссавців в зоні дії всього спектру напруженості ЕМП — від фонових значень на контрольних ділянках, аж до найвищих, що виявляються безпосередньо під ЛЕП, в місці найнижчого провисання дротів. Наші дослідження зводились до аналізу показників видового багатства, загальної і видової чисельності та індексів різноманіття дрібних ссавців, виловлених на стаціонарних облікових ділянках. Ці пробні ділянки розміщувались на стандартних віддальях від ЛЕП–750 кВ (0, 50, 100, 150, 200 м).

В зоні розміщення ЛЕП високої напруги створюються умови хронічного електромагнітного стресу, де фактором нетипової антропоїчної дії на компоненти екосистем виступає ЕМП. В міру наближення до ЛЕП, напруженість електромагнітного поля закономірно зростає. І в залежності від ступеню толерантності видів по відношенню до цього фактора, мікромамалії формують тут відносно стабільні угруповання в зонах з різною напруженістю поля. Реально, здійснюється кількісний та якісний просторовий перерозподіл первинного (достресового) тваринного угруповання на комплекс нових угруповань.

Результати наших досліджень вказують, що видовий склад і чисельність окремих видів на обраних нами стандартних віддальях від ЛЕП (зони з різною напруженістю ЕМП) виявляють чітку тенденцію до стабільності. Тобто, адаптивні механізми забезпечують відносну стійкість вторинних тваринних угруповань в антропоїчно змінених екосистемах.

Таке явище достовірно підтверджується і нашими багаторічними дослідженнями флористичних, фауністичних і мікробіологічних комплексів в зоні активної дії ЛЕП високої напруги (Рошко, Роман, 1997а-б; Роман, Рошко, 1999; Гашев, Пахомова, 2003; Крон, Рошко, 2005, 2008а-б; Волошин та ін., 2006, 2008; Рошко та ін., 2006; Симочко та ін., 2007; Symochko, Roshko, 2007). Отже, розбалансування первинних угруповань дрібних ссавців лучних екосистем Закарпатської низовини під впливом ЕМП ЛЕП високої напруги, за умов тривалої одноманітної дії, завершується формуванням специфічних комплексів з відносно стабільними у часі та просторі показниками видового багатства і чисельності окремих видів (табл. 1).

Аналіз і порівняння угруповань з різних віддалей в зоні дії ЛЕП–750 кВ виявив цікаву і, в той же час, однозначну екологічну закономірність. Таксономічне диференціювання просторового розподілу корелює з напруженістю ЕМП.

Свідченням цього є відмінності видового багатства (S) угруповань на стаціонарних облікових ділянках. Воно варіює від трьох видів на ділянках з найвищим показником напруженості поля, до шести — на контрольних ділянках. Відсутність чи присутність того чи іншого таксону тут диктується еволюційно визначеним ступенем толерантності до досліджуваного фактору. Але слід зауважити, що реальна толерантність, в нашому випадку, не повністю відповідає формальній. Це зв'язано з відносно високою руховою активністю дрібних ссавців, які в пошуках їжі здатні до короточасних міграцій в зоні екологічного екстремуму. Такий ефект «досягання гарячих каштанів з вогню» характерний для організмів з високою руховою активністю. Зниження абсолютної рухової активності, відповідно, знижує згаданий ефект у таксонів з обмеженою локомоцією. Останнє твердження наочно демонструється просторовим розподілом ґрунтових орібатидних кліщів (*Oribatida*) та ногохвісток (*Collembola*) в зоні дії ЛЕП високої напруги (Крон та ін., 2008, 2009).

Негативний вплив ЕМП ЛЕП промислової частоти в наших дослідках чітко проявляється і на чисельності окремих видів мікромамалій. В міру наближення до ЛЕП, їх чисельність і, відповідно, щільність достовірно зменшується. Загальна кількість (N) облікованих особин зі стандартних віддалей від ЛЕП характеризується градацією показників від 130 до 79 особин (рис. 1). Частка показників чисельності тварин, облікованих в зоні дії найвищої напруженості ЕМП ЛЕП (під лінією), від зазначених показників контролю (200 м) становить 62,2 %.

Надійним критерієм стану угруповань дрібних ссавців та оцінкою рівня екологічного впливу ЕМП ЛЕП високої напруги на них можуть слугувати широко використовувані індекси біологічного різноманіття — Шеннона (H), Сімпсона (D) та вирівняність Піелу (E). Зазначені параметри різноманіття угруповань в зоні дії ЛЕП–750 кВ корелюють з напруженістю ЕМП. Від лінії найнижчого провисання дротів до контролю, H зростає від 0,3 до 0,62 біт, при загальній низькій вирівняності ($E = 0,27–0,34$) на всіх віддальях. Показники індексу Сімпсона наочно підтверджують вектор загальної реакції угруповань мікромамалій на вплив досліджуваного фактора. Значення D змінюється в межах від 1,17 до 1,35.

З позиції оцінки біорізноманіття, важливим критерієм стану угруповання виступає показник домінування. Погіршення екологічних умов існування викликає збільшення частки домінуючих видів, що є свідченням зниження різноманіття та стійкості угруповання.

Таблиця 1. Просторовий розподіл дрібних ссавців в зоні дії ЕМП ЛЕП високої напруги

Table 1. Spatial distribution of small mammals in the zone of high-voltage power transmission lines

Об'єкти і параметри	Відстань від ЛЕП				
	0 м	50 м	100 м	150 м	200 м
Об'єкти					
<i>Apodemus agrarius</i> Pallas	0	1	1	3	4
<i>Sylvaemus flavicollis</i> Melchior	1	0	1	1	1
<i>Mus musculus</i> Linnaeus	5	4	7	6	6
<i>Microtus arvalis</i> Pallas	73	93	101	113	110
<i>Crocidura leucodon</i> Hermann	0	1	4	4	3
<i>Sorex araneus</i> Linnaeus	0	2	0	3	4
Параметри					
Кількість пастко-діб	630	630	630	630	630
Кількість особин (N)	79	101	115	130	128
Кількість видів (S)	3	5	5	6	6
Індекс Шеннона (H)	0,3	0,37	0,51	0,58	0,62
Індекс Сімпсона (D)	1,17	1,18	1,29	1,32	1,35
Вирівняність (E)	0,27	0,23	0,32	0,33	0,34

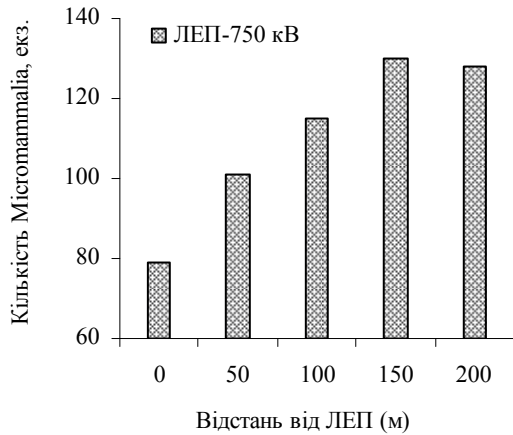


Рис. 1. Кількісний розподіл дрібних ссавців в зоні дії електромагнітних полів ЛЕП високої напруги
Fig. 1. Quantitative distribution of small mammals in the zone of high-voltage power transmission lines

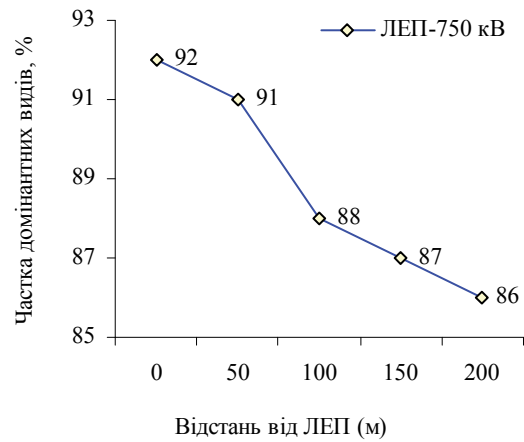


Рис. 2. Розподіл домінуючого виду *Microtus arvalis* в зоні дії хронічного електромагнітного стресу
Fig. 2. Distribution of dominant species *Microtus arvalis* in the zone of chronic electromagnetic stress

Справедливість прямої залежності між ступенем трансформації середовища (негативного впливу фактору) і показниками стійкості угруповань, на основі їх кількісних параметрів (Мэгарран, 1992), наочно простежується в нашому досліді. Частка домінуючого виду (*Microtus arvalis* Pallas) закономірно зростає із збільшенням напруженості ЕМП — від 86,6 % в контролі, до 92,4 % на 0 м (рис. 2). Поряд з цим, абсолютна чисельність домінуючого виду в умовах високої напруженості поля достовірно зменшується із наближенням до ЛЕП.

Важливим показником адаптивної потенції угруповань дрібних ссавців до хронічного електромагнітного стресу є індекс толерантності. Він характеризує реальні можливості представників окремих таксонів чи їх комплексів до існування в умовах нетипового впливу антропогенного фактора, вказуючи на ступінь екологічної пластичності угруповання. Індекс, виражений як частка кількості особин, облікованих в зоні найвищої напруженості ЕМП, від кількості особин, облікованих в зоні фонових значень ЕМП, об'єктивно характеризує ступінь толерантності. В наших умовах цей показник доволі високий і становить 0,61. Зрозуміло, що за відсутності ефекту негативного впливу ЕМП ЛЕП, чисельність членів аналізованих угруповань буде приблизно однаковою і індекс дорівнюватиме одиниці.

Первинні реакції мікротаммалій на досліджуваний екологічний фактор, як і у безхребетних тварин (Крон та ін., 2008, 2009), закономірно проявляються у двох формах. Перша — це зменшення чисельності видів і загальної щільності особин із збільшенням напруженості ЕМП. А друга — відсутність не толерантних до ЕМП видів на ділянках з високою напруженістю поля. В цій якості виділяються *Apodemus agrarius* Pall., *Crocidura leucodon* Her., *Sorex araneus* L. На фоні решти видів, вони відзначаються вужчою екологічною пластичністю і, відповідно, нижчим ступенем загальної толерантності. Остання характеристика поширюється і на ЕМП, як фактор екологічного впливу. Низький ступінь толерантності властивий також для лісового виду *Sylvemus flavicollis* Melchior, чисельність якого на всьому спектрі досліджених напруженостей виявилася низькою.

Межі толерантності дрібних ссавців по відношенню до електромагнітного поля низької частоти розширюються через їхню відносно високу рухову активність. Ця розширена, або умовна толерантність визначається нижчим рівнем трофічної конкуренції на ділянках екологічного пессимуму. Електромагнітне поле тих рівнів, які фіксуються в зоні дії ЛЕП з напругою 750 кВ не виявляють летального ефекту на досліджувані організми.

Беручи до уваги всі аналізовані нами кількісні показники угруповань дрібних ссавців в зоні активної дії ЕМП ЛЕП високої напруги, можна констатувати незаперечний факт негативного біологічного ефекту низькочастотного поля на досліджувану групу хребетних тварин. Враховували не тільки загальні параметри різноманіття, але й динаміку чисельності окремих видів — домінантів, субдомінантів, рецедентів та субрецедентів.

Порогове значення цього ефекту, за результатами нашого польового експерименту, виявляється при показниках напруженості ЕМП понад 0,11 кВ/м. Для ЛЕП напругою 750 кВ, негативний вплив зазначеного фактору на стан угруповань мікромаммалій починає позначатися на віддалях, менших за 150 метрів. За фактом такої значної ширини зони активної дії ЛЕП високої напруги на біологічні угруповання, слід кардинально переглянути оцінку ризику біорізноманіття в умовах хронічного електромагнітного стресу. Адже недооцінка небезпеки біорізноманіттю з боку традиційного використання та експлуатації ЛЕП високої напруги, таїть в собі непередбачувані наслідки для наземних екосистем.

Висновки

Електромагнітне поле ЛЕП високої напруги виявляє незаперечний негативний вплив на угруповання дрібних ссавців. Він проявляється у чіткій зміні основних показників різноманіття (загальна чисельність, щільність, видове багатство, частка видів-домінантів, індекси Шеннона та Сімпсона) із збільшенням напруженості поля.

Просторовий розподіл видів в зоні дії ЛЕП високої напруги залежить від їх екологічної толерантності. Проте формальна толерантність мікромаммалій до ЕМП розширюється за рахунок нижчого рівня трофічної конкуренції на ділянках екологічного пессимуму.

Порогове значення біологічного ефекту ЕМП промислової частоти на угруповання дрібних ссавців виявляється при напруженості від 0,11 кВ/м. За таких показників поля структура угруповань мікромаммалій вже починає порушуватись, втрачаючи свою стійкість.

Подяки

Висловлюємо щире подяку канд. біол. наук І. В. Загороднюку за постійну підтримку та надання можливість висвітлити свої здобутки.

Література

- Банкоске Дж. В., Познаньяк Д. Т., Мак Ки Дж. В. и др. Биологическое влияние электрических полей // Влияние электроустановок высокого напряжения на окружающую среду. Международная конференция по большим электрическим системам (СИГРЭ-78) / Под ред. Ю. П. Шкарина. — М.: Энергия, 1980. — С. 86–102.
- Волошин О. І., Крон А. А., Рошко В. Г. Загальний характер впливу електромагнітного поля ліній електропередач високої напруги на членистоногих тварин // Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Біологія. — 2006. — Вип. 19. — С. 207–210.
- Волошин О. І., Крон А. А., Рошко В. Г. Вплив електромагнітного поля ліній електропередач високої напруги на окремі морфологічні показники покритонасінних рослин // Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Біологія. — 2008. — Вип. 22. — С. 118–121.
- Гашев С. Н., Пахомова Л. В. Влияние воздушных линий электропередач на сообщества мелких млекопитающих // Териофауна России и сопредельных территорий (VII съезд Териологического общества): Материалы Международного совещания (6–7 февраля 2003 г., Москва). — М., 2003. — С. 91–92.
- Григорьев О. А., Бичелдей Е. П., Меркулов А. В., Степанов В. С., Шенфильд Б. Е. Определение подходов к нормированию воздействия антропогенного электромагнитного поля на природные экосистемы. // Ежегодник Российского национального комитета по защите от неионизирующих излучений. — М.: РУДН, 2003. — С. 46–74.
- Емельянов И. Г., Загороднюк И. В., Хоменко В. Н. Таксономическая структура и сложность биотических сообществ // Экология та ноосферология. — 1999. — Том 8, № 4. — С. 6–17.
- Емельянов І. Г., Полуда А. М., Загороднюк І. В. Оцінка біорізноманіття екосистем на прикладі деяких територій Чернігівської та Київської областей // Вісник Запорізького національного університету. Біологічні науки. — 2008. — № 1. — С. 72–83.

- Загороднюк І. Антропогенні пастки та виживання тварин у трансформованому середовищі // Трибуна-12. Матеріали Другої міжнародної міждисциплінарної конференції по дикій природі, присвяченій пам'яті Ф. Р. Штильмарка / Под ред. В. Е. Борейко. — Київ : Лотос, 2006. — С. 160–171.
- Загороднюк І. В., Емельянов І. Г., Хоменко В. Н. Оценка таксономического разнообразия фаунистических комплексов // Доповіді НАН України. — 1995. — № 7. — С. 145–148.
- Крон А. А., Волошин О. І., Меламуд В. В., Рошко В. Г. Загальний характер впливу електромагнітного поля ліній електропередач високої напруги на ґрунтових кліщів (Arachnida, Acarina) // Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Біологія. — 2008. — Вип. 23. — С. 174–179.
- Крон А. А., Рошко В. Г. Вплив електромагнітного поля ліній електропередач високої напруги на живі організми в умовах урболандшафту // Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Біологія. — 2005. — Вип. 17. — С. 64–66.
- Крон А. А., Рошко В. Г. Влияние электромагнитного поля линий электропередач высокого напряжения на пространственное распределение насекомых // Труды Ставропольского отделения Русского энтомологического общества. Вип. 4: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції / Ставропольський державний аграрний університет. — Ставрополь : АГРУС, 2008а. — С. 208–211.
- Крон А. А., Рошко В. Г. Реакції угруповань дрібних ссавців (Micromammalia) на вплив електромагнітного поля ліній електропередач високої напруги // Науковий вісник Чернівецького університету: Збірник наукових праць. — Чернівці : Рута, 2008 б. — Вип. 416: Біологія. — С. 94–99.
- Крон А. А., Рошко В. Г., Капрусь І. Я. Реакція угруповань колембол (Collembola) на хронічний електромагнітний стрес // Матеріали міжнародної конференції присвяченої 20-ти річчю створення НПД "Синевир" (1–3 жовтня 2009 р., Синевир, Україна). — Синевир, 2009. — С. 120–121.
- Кучерук В. В. Количественный учет важнейших видов вредных грызунов и землероек // Методы учета численности и географического распределения наземных позвоночных — М.: Изд-во АН СССР, 1952. — С. 9–47.
- Лакин Г. Ф. Биометрия. — М. : Высшая школа, 1973. — 343 с.
- Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. — М. : Мир, 1992. — 173 с.
- Новиков Г. А. Полевые исследования экологии наземных позвоночных. — М. : Советская наука, 1949. — 602 с.
- Орлов В. М. Насекомые в электрических полях (Биологические феномены и механизм восприятия). — Томск : изд-во ТГУ, 1990. — 112 с.
- Пресман А. С. Электромагнитные поля в биосфере. — М. : Знание, 1971. — 63 с.
- Роман В. В., Рошко В. Г. До проблеми біологічного впливу електромагнітного поля на живі організми // Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Біологія. — 1999. — Вип. 6. — С. 262–265.
- Рошко В. Г., Роман В. В. Вплив електромагнітного поля ліній електропередач на деякі живі організми // Матеріали міжнародного регіонального семінару "Охорона довкілля". — Ужгород, 1997а. — С. 267–271.
- Рошко В. Г., Роман В. В. Вплив електромагнітного поля ліній електропередач на покритонасінні рослини // Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Біологія. — 1997б. — Вип. 4. — С. 122–128.
- Рошко В. Г., Сымочко Л. Ю., Волошин О. І., Крон А. А. Влияние электромагнитного поля на функционирование разных эколого-трофических групп почвенных микроорганизмов // Экотоксикология: Современные биоаналитические системы, методы и технологии. — Тула; Пушино, 2006. — С. 127.
- Симочко Л. Ю., Крон А. А., Рошко В. Г. Вплив електромагнітного поля на біологічну активність ґрунту // Екологія: наука, освіта, природоохоронна діяльність: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. — К : Науковий світ, 2007. — С. 63–64.
- Kron A. A., Voloshyn O. I., Roshko V. H. Response of some groups of Arthropoda to electromagnetic field effect of high-voltage power transmission lines // Landscape Architecture and Spatial Planning as the Basic Element in the Protection of Native Species. — Tuczno, 2007. — P. 108–113.
- Symochko L., Roshko V. Influence of electromagnetic field on the functioning of microbial soil cenosis // Modern Problems of Microbiology and Biotechnology: Book of abstracts. — Odesa : Astroprint, 2007. — P. 25.