

УДК 595.423 : 574.34

Штирц А. Д.

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ЭКОСИСТЕМЫ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ СООБЩЕСТВ
ПАНЦИРНЫХ КЛЕЩЕЙ***Донецкий национальный университет
e-mail: shtirts@i.ua*

Проведена комплексная оценка основных экологических показателей сообществ панцирных клещей на участках с тремя различными формами антропогенной нагрузки (сельскохозяйственной, техногенной и рекреационной). Оценка уровня экологического состояния окружающей среды определялась на основе интегрального показателя сообществ панцирных клещей по пяти критериям: средняя плотность населения, видовое богатство, структура доминирования, соотношение жизненных форм, индекс экологического разнообразия Шеннона. В целом действие антропогенной нагрузки приводило к снижению показателей средней плотности, видового богатства и индекса Шеннона, к изменению и упрощению структуры доминирования и соотношения жизненных форм орибатид, и, соответственно, к уменьшению интегрального показателя уровня экологического состояния окружающей среды. Проведенные исследования показали возможность использования интегрального показателя сообществ панцирных клещей для комплексной оценки степени влияния антропогенной нагрузки на экосистемы и применения этого показателя для целей биоиндикации и биомониторинга.

Ключевые слова: панцирные клещи, орибатиды, биоиндикация, экологическая структура, сообщества, экосистемы.

Shtirts A. D.

**EVALUATION OF ANTHROPOGENIC PRESSURES ON ECOSYSTEMS BY USING
OF THE INTEGRAL ORIBATID MITES COMMUNITY'S INDEX***Donetsk National University
e-mail: shtirts@i.ua*

Complex estimation of the basic ecological indicators of oribatid mite community in areas with three different forms of anthropogenic stress (agricultural, technological and recreational) was conducted. The environmental quality level was assessed by the integral index of oribatid mite communities based on five criteria: average population density, species richness, dominance structure, life form ratio, Shannon's ecological diversity index. In general, the anthropogenic influence manifested in reducing of the average population richness, species and ecological diversity and simplifying of the domination structure and oribatid life forms structure. The possibility of using of the integral oribatid mites community's index for the comprehensive assessment of anthropogenic influence on ecosystems was shown. The applying of this indicator for bioindication and biomonitoring was proposed.

Key words: oribatid mites, bioindication, ecological structure, communities, ecosystems.

Под влиянием возрастающей антропогенной деятельности в Донбассе продолжается деградация природных экосистем, связанная с накоплением отходов промышленного и горнодобывающего производства, интенсификацией сельскохозяйственной и рекреационной нагрузки. Особенно страдают почвы, в формировании и стабилизации режимов которых ведущее место принадлежит сообществам почвообитающих организмов – весьма деятельных и вместе с тем уязвимых компонентов экосистем. Участвуя в разложении органических остатков до исходных, вновь вовлекаемых в биогенный круговорот минеральных соединений, многочисленные и разнообразные почвообитающие организмы обеспечивают формирование почв разных типов и, кроме того, обогащают их гумусом, перемешивая слои, усиливая аэрацию, водопроницаемость и собственно биологическую активность, они выступают как важнейшие факторы естественного плодородия и чуткие индикаторы состояния почв (Гиляров, 1959).

Панцирные клещи или орибатиды – одна из наиболее многочисленных групп почвообитателей. Они являются объектом почвенно-зоологических и экологических исследований и активно используются для биоиндикации различных форм антропогенной нагрузки на экосистемы.

Одним из направлений современных исследований панцирных клещей является биоиндикация антропогенной трансформации экосистем с помощью основных экологических показателей сообществ.

Важная задача биоиндикации – стандартизация полученных данных, которая может быть обеспечена в том числе и путем создания индикационных шкал, основанных на экологических показателях сообществ. Способ биоиндикации с использованием панцирных клещей (Патент ..., 2013) позволяет проводить оценку состояния экосистем, находящихся под влиянием разнообразных форм антропогенной нагрузки (техногенное загрязнение, сельскохозяйственная и рекреационная нагрузки, химическое воздействие и т.п.). Этот метод дает возможность оценивать, определять и сравнивать экологические условия исследуемых и контрольных территорий. Для биоиндикации состояния окружающей среды с использованием панцирных клещей проводится анализ показателей средней плотности населения, видового богатства, структуры доминирования, соотношения жизненных форм и индекса экологического разнообразия Шеннона, каждый из которых оценивается по пятибалльной шкале. Затем эти баллы суммируются, и по интегральному показателю оценивается состояние окружающей среды и степень влияния антропогенных факторов на экосистему.

Цель нашей работы – оценка степени антропогенной нагрузки на экосистемы с использованием интегрального показателя сообществ панцирных клещей.

Для достижения поставленной цели предусматривалось решение следующих задач:

- 1) исследование экологической структуры сообществ орибатид в различных экосистемах;

2) проведение комплексной оценки основных экологических показателей сообществ панцирных клещей в экосистемах, находящихся под различными формами антропогенного воздействия;

3) оценка степени антропогенной нагрузки на исследуемые экосистемы.

Ранее в наших работах (Беспалова и др., 2010, 2011, 2012) было показано, что различные формы антропогенной нагрузки влияют на распределение группировок и экологическую структуру населения орибатид, и приводят к изменению основных экологических показателей: средней плотности населения, видового богатства, структуры доминирования, соотношения жизненных форм и индекса экологического разнообразия Шеннона.

Численность (плотность) населения. В почвенно-зоологическом мониторинге используют выборки почвы из разных участков исследуемого биотопа. Обычно общий объем выборки составляет 10–20 стандартных почвенных проб (250 см³) из одного биотопа. В этой выборке подсчитывается общая численность всех видов, устанавливается средняя арифметическая для одной пробы, затем полученный результат экстраполируется на определенную площадь (1 м²). С помощью показателя средней плотности населения (экз./м²) можно оценивать степень антропогенной трансформации экосистем. Обычно ненарушенные экосистемы характеризуются высокими показателями, а трансформированные – низкими. При этом следует обязательно принимать во внимание характер исследуемого биотопа. Этот показатель является одним из наиболее значимых для характеристики почвенного населения.

Видовое богатство (количество видов). Второй важной экологической характеристикой является показатель видового богатства. Это количество видов, которое встречается в том или ином биотопе. Как и с численностью, во многих случаях нельзя полностью установить весь видовой состав исследуемого сообщества в биотопе, поэтому оценка идет на основании определенной выборки. Обычно используют этот показатель как определенное число видов в данной выборке. Оценка степени антропогенной трансформации экосистем по этому показателю не вызывает особой трудности. Для ненарушенных экосистем обычно характерны высокие показатели видового богатства, для нарушенных – низкие.

Структура доминирования. Если численность всех видов сообщества принять за 100%, то в процентном отношении можно определить долю каждого вида в структуре доминирования. Условно виды в сообществе можно разделить на три группы: доминирующие, обычные и редкие. Существуют разные подходы, шкалы и градации для определения структуры доминирования, например, классификации Беклемишева, Тишлера, Энгельманна. Какую шкалу использовать определяет исследователь в зависимости от объекта исследования и поставленной цели. С помощью анализа структуры доминирования также можно оценить степень антропогенного влияния на сообщество. Обычно в ненарушенных экосистемах по шкале Энгельманна (Engelmann, 1978) для микроартропод отсутствуют эудоминанты, много доминантов и субдоминантов с низким процентным

соотношением и много редких видов (рецендентов и субрецендентов). В нарушенных экосистемах наоборот, основную долю всех видов составляют эудоминанты и доминанты с высоким процентным соотношением, а реценденты и субреценденты отсутствуют.

Соотношение жизненных форм. Сообщество также можно охарактеризовать по распределению жизненных форм (морфо-экологических или адаптивных типов). Общая процентная доля каждой жизненной формы состоит из суммы отдельной доли видов, относящихся к той или иной форме. Обычно в ненарушенных экосистемах встречаются представители практически всех жизненных форм с относительно равномерным распределением между основными группами. Сообщество панцирных клещей нарушенных участков обычно представлено двумя или тремя жизненными формами (или даже одной), но распределение между ними очень неравномерное: наблюдается явное доминирование представителей одной наиболее экологически пластичной вторично неспециализированной формы, способной к существованию в экстремальных эдафических условиях.

Индекс экологического разнообразия Шеннона в нарушенных ландшафтах обычно не превышает 1,0–2,0, тогда как в контроле этот показатель выше 2,0–2,5 (иногда более 3,0). Такая же закономерность прослеживается и по отношению к другим индексам экологического разнообразия.

Основываясь на результатах многолетних исследований состава и экологической структуры сообществ панцирных клещей антропогенно трансформированных и природных ландшафтов, нами были разработаны критерии оценки основных экологических показателей сообществ панцирных клещей по пятибалльной шкале (табл. 1) и предложена схема оценки (табл. 2) экологического состояния окружающей среды по интегральному показателю сообществ панцирных клещей (Беспалова и др., 2010, 2011, 2012; Патент ..., 2013).

Таблица 2. Индикационная шкала оценки экологического состояния окружающей среды по интегральному показателю сообществ панцирных клещей

Величина интегрального показателя (баллы)	Экологическое состояние окружающей среды
21-25	I. Условно нормальное
16-20	II. Незначительные отклонения от нормы
11-15	III. Средний уровень отклонений от нормы
6-10	IV. Значительный уровень отклонений от нормы
0-5	V. Критическое состояние

В данной работе по этой схеме была проанализирована экологическая структура сообществ панцирных клещей и проведена оценка экологического состояния окружающей среды на примере модельных участков с различными

формами антропогенной нагрузки на экосистемы: сельскохозяйственной, техногенной и рекреационной.

Анализ структуры сообществ оribатид проведен на материале, собранном в 2007–2010 гг., который хранится в коллекции лаборатории акарологии кафедры зоологии и экологии ДОНУ.

Таблица 1. Критерии оценки основных экологических показателей сообществ панцирных клещей по пятибалльной шкале

Синэкологические показатели	Баллы					
	0	1	2	3	4	5
Средняя плотность населения	Клещи в пробах отсутствуют	<1000 экз./м ²	1000-5000 экз./м ²	6000-10000 экз./м ²	11000-20000 экз./м ²	>20000 экз./м ²
Видовое богатство	Клещи в пробах отсутствуют	<5 видов	5-10 видов	11-15 видов	16-20 видов	>20 видов
Структура доминирования	Клещи в пробах отсутствуют	1-2 вида – эудоминанты (E) (других видов очень мало или отсутствуют)	1 вид – эудоминант (E), 1-2 вида – доминанты с высокой степенью доминирования, редких видов (R+SR) мало или отсутствуют	Эудоминанты (E) отсутствуют, 3-4 доминанта с высокой степенью доминирования, субрециденты (SR) отсутствуют	Доминантов (D) много, есть субрециденты (SR)	Доминантов (D) много с низким процентным соотношением, много редких видов (R+SR)
Соотношение жизненных форм	Клещи в пробах отсутствуют	Сообщество представлено только одной жизненной формой	Сообщество представлено двумя или тремя формами, разделение между ними очень неравномерное, явное доминирование одной формы	Сообщество представлено тремя жизненными формами, разделение между ними неравномерное	Сообщество представлено четырьмя жизненными формами, разделение между ними относительно равномерное	Сообщество представлено всеми жизненными формами, распределение между ними относительно равномерное
Индекс Шеннона	Клещи в пробах отсутствуют	<1,0	1,0-1,5	1,6-2,0	2,1-2,5	>2,5

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Для определения степени влияния *сельскохозяйственной* нагрузки на экосистему обрабатывался материал, собранный в 2007–2008 гг. в с. Ясеновое Красноармейского района Донецкой области. Изучалось влияние удобрений на структуру населения панцирных клещей в почве под картофелем на участках с внесением фосфорного, калийного, азотного, комплексного и органического удобрений. Общий объем обработанного материала – 126 почвенных проб, из которых было извлечено 2686 экз. взрослых панцирных клещей, определено 34 вида (Штирц, Гураль, 2008).

Для определения степени влияния *техногенной* нагрузки на экосистему обрабатывался материал, который был собран в 2010 г. на рекультивированном терриконе шахты «Красногвардейская» и нереккультивированном терриконе шахты «Ганзовка» г. Макеевки. Исследовался характер распределения и экологическая структура населения панцирных клещей по профилю

техногенной катены: у подножия, на склоне и на вершине терриконов. Всего за период исследований на отвале шахты «Красногвардейская» из 30 проб было извлечено 601 экз. взрослых панцирных клещей, которые относятся к 29 видам; на отвале шахты «Ганзовка» из 30 проб было извлечено 347 экз., которые относятся к 16 видам (Штирц, 2013).

Для определения степени влияния *рекреационной* нагрузки на экосистему был обработан материал, собранный в 2008 г. на территории лесопарка «Путиловский лес» г. Донецка (байрачный лес: на вершине балки (тропа и контроль), на склоне балки (тропа и контроль), в тальвеге (тропа и контроль), на автодороге (колея) и на берегу водоема (возле воды и на песчаном пляже)), в котором было взято 200 проб, из которых извлечено 3430 экз. взрослых панцирных клещей, относящихся к 55 видам (Штирц, 2009).

Обработка материала проводилась по общепринятой методике Е. М. Булановой-Захваткиной (1967) по следующим этапам: взятие почвенных проб объемом 250 см³, доставка в лабораторию акарологии, выгонка клещей с помощью термоэлектродов Тульгрена-Берлезе, фиксация, изготовление микропрепаратов, определение, математическая обработка и анализ материала.

Видовая принадлежность панцирных клещей устанавливалась при микроскопировании с помощью микроскопа Zeiss Primo Star (Германия). При этом использовались: «Определитель обитающих в почве клещей Sarcoptiformes» (1975), «Определитель цератозетоидных клещей Украины» (Павличенко, 1994), «Фауна Украины. Низшие орибатиды» (Сергиенко, 1994), а также статьи с первоописаниями видов.

Для анализа структуры доминирования использовали шкалу Г. Энгельманна (Engelmann, 1978) для микроартропод, где E – эудоминант (>40%), D – доминант (12,5–39,9%), SD – субдоминант (4,0–12,4%), R – рецедент (1,3–3,9%), SR – субрецедент (<1,3%).

Для оценки экологического разнообразия сообществ орибатид исследуемого участка использовался индекс Шеннона (Мэгарран, 1992).

Распределение панцирных клещей по жизненным формам приведено согласно работам Д. А. Криволуцкого (1965) и «Панцирные клещи ...» (1995).

Все расчеты проведены в MS Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Панцирные клещи как индикаторы сельскохозяйственной нагрузки

Для определения степени влияния одного из видов сельскохозяйственной нагрузки на экосистему в качестве примера было выбрано внесение различных видов удобрений (фосфорного, калийного, азотного, комплексного и органического) в почву под картофель. В качестве контрольного был выбран аналогичный рядом расположенный участок без внесения удобрений (Штирц, Гураль, 2008). Результаты оценки основных параметров экологической структуры сообществ панцирных клещей в весенний период отражены на рис. 1.

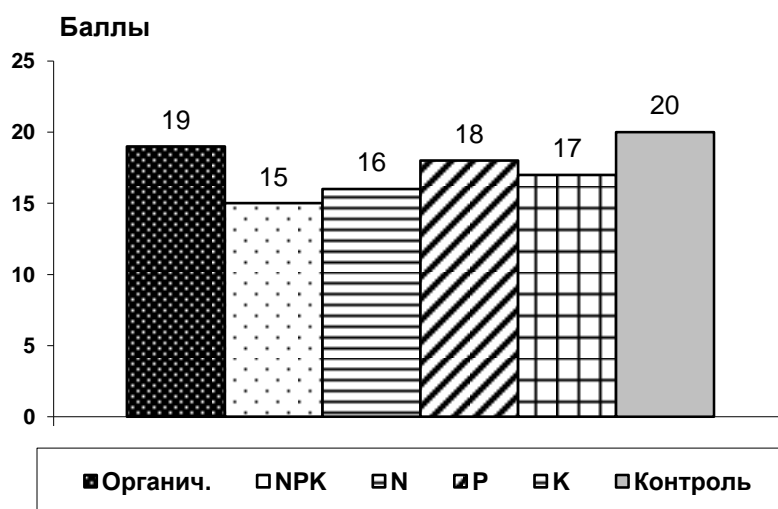


Рис. 1. Интегральный показатель сообществ панцирных клещей на участках с внесением разных типов удобрений в весенний период

По интегральному показателю сообществ панцирных клещей экологическое состояние исследованных участков в весенний период характеризовалось *незначительным уровнем отклонения от нормы* (II уровень). На участках с внесением органического удобрения и в контроле получены более высокие значения. Наиболее низкие показатели наблюдались на участках с внесением комплексного и азотного удобрений.

Результаты анализа данных, полученных в летний период, отражены на рис. 2.

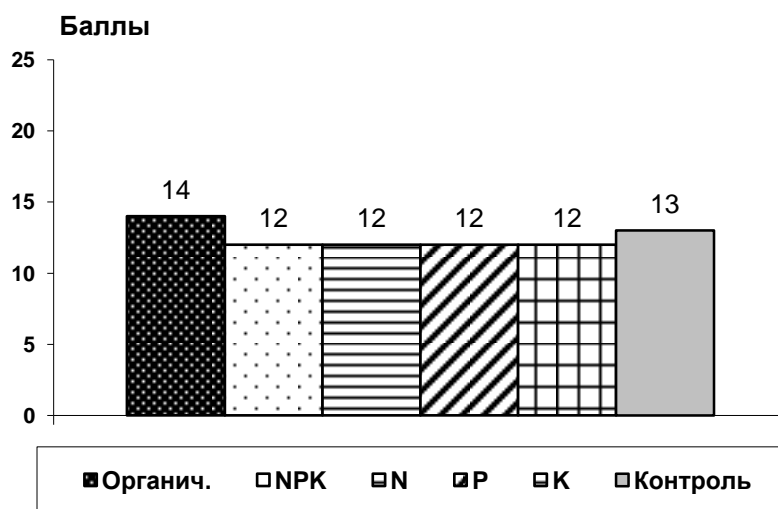


Рис. 2. Интегральный показатель сообществ панцирных клещей на участках с внесением разных типов удобрений в летний период

В результате проведенного анализа установлено, что по интегральному показателю сообществ панцирных клещей экологическое состояние исследованных участков в летний период характеризовалось *средним уровнем*

отклонений от нормы (III уровень). На участке с внесением органического удобрения получены более высокие значения, чем на участках, обработанных минеральными удобрениями. Это может свидетельствовать о том, что внесение органических удобрений положительно влияет на свойства почвы и оказывает содействие улучшению условий для жизнедеятельности орибатид.

Проведенный анализ данных экологической структуры населения панцирных клещей в осенний период отображен на рис. 3.

В результате проведенного анализа установлено, что по интегральному показателю сообществ панцирных клещей экологическое состояние исследованных участков в осенний период характеризовалось *незначительным* уровнем отклонения от нормы (II уровень). На участке с внесением азотного удобрения этот показатель соответствовал III уровню.

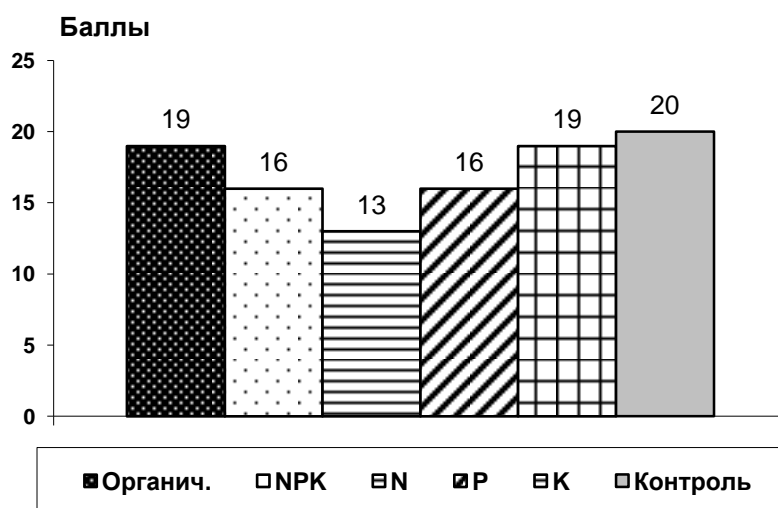


Рис. 3. Интегральный показатель сообществ панцирных клещей на участках с внесением разных типов удобрений в осенний период

В целом результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что внесение минеральных удобрений в почву оказывает отрицательное воздействие на население почвообитающих панцирных клещей, что приводит к снижению интегрального показателя сообществ орибатид. Внесение органического удобрения положительно влияет на свойства почвы и оказывает содействие улучшению условий для жизнедеятельности панцирных клещей.

Панцирные клещи как индикаторы техногенной нагрузки

Для определения степени воздействия техногенной нагрузки на экосистемы в качестве примера был проанализирован состав и структура сообществ панцирных клещей, собранных в 2010 г. на рекультивированном терриконе шахты «Красногвардейская» и нереккультивированном терриконе шахты «Ганзовка» г. Макеевки. Исследовался характер распределения и экологическая структура населения панцирных клещей по профилю техногенной катены: у подножия, на склоне и на вершине терриконов (Штирц, 2013).

Результаты проведенного анализа данных отображены на рис. 4.

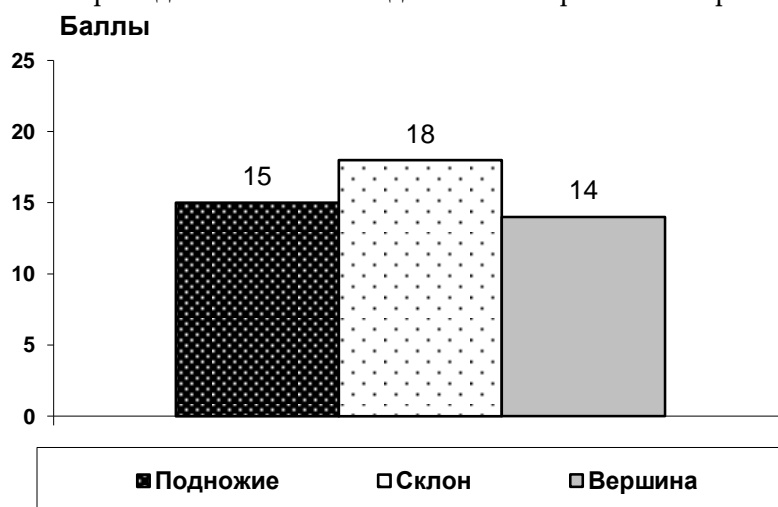


Рис. 4. Интегральный показатель сообществ панцирных клещей на участках рекультивированного террикона шахты «Красногвардейская» г. Макеевки

В результате проведенного анализа установлено, что по интегральному показателю сообществ панцирных клещей экологическое состояние исследованной техногенной экосистемы характеризовалось *средним уровнем отклонений от нормы* (III уровень), кроме склона, где качество окружающей среды отвечало II уровню, что связано с проведенными рекультивационными мероприятиями на склоне террикона. Это свидетельствует о том, что биологическая рекультивация положительно влияет на свойства грунта и оказывает содействие улучшению условий для жизнедеятельности панцирных клещей. Анализ данных экологических параметров сообществ панцирных клещей нереккультивированного террикона шахты «Ганзовка» г. Макеевки отображен на рис. 5.

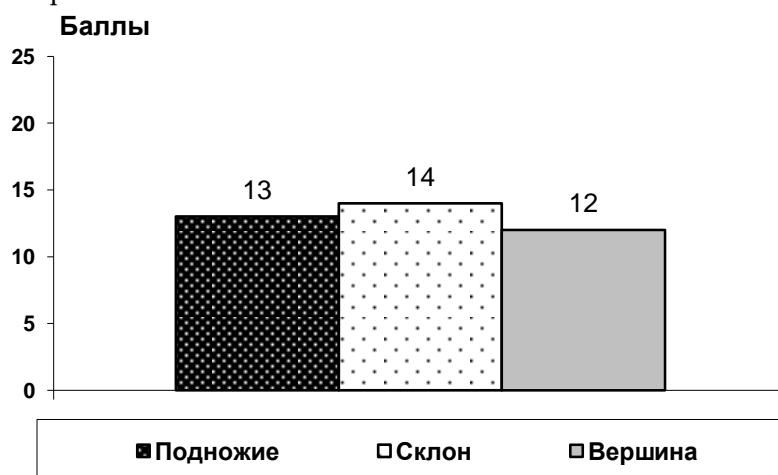


Рис. 5. Интегральный показатель сообществ орибатид на участках нереккультивированного террикона шахты «Ганзовка» г. Макеевки

По интегральному показателю сообществ панцирных клещей экологическое состояние исследованных участков техногенной экосистемы характеризовалось *средним уровнем отклонений от нормы* (III уровень). Это может свидетельствовать о том, что на нерекультивированных территориях условия для нормальной жизнедеятельности орибатид еще не сформировались и для этого должно пройти определенное время.

Панцирные клещи как индикаторы рекреационной нагрузки

В качестве примера определения степени влияния рекреационной нагрузки на экосистему был проанализирован материал, собранный в мае, июне и сентябре 2008 г. на территории лесопарка «Путиловский лес» г. Донецка (байрачный лес: на вершине балки (тропа и контроль), на склоне балки (тропа и контроль), в тальвеге (тропа и контроль), на грунтовой автодороге (колея) и на берегу водоема (возле воды и на песчаном пляже)) (Штирц, 2009).

Результаты анализа экологических параметров сообщества отображены на рис. 6-8.

В весенний период в контрольных пробах на всех исследованных участках байрачного леса качество окружающей среды отвечало I уровню (20-25 баллов). Влияние рекреационной нагрузки (вытаптывание) приводит к снижению интегрального показателя до III уровня (10-15 баллов). Уплотнение почвы шинами автомобилей приводит к еще большей нагрузке и отвечает IV уровню (5-10 баллов). Рекреационная нагрузка в виде создания на берегу водоема песчаного пляжа также приводит к отрицательным последствиям и отвечает IV уровню экологического состояния окружающей среды (рис. 6).

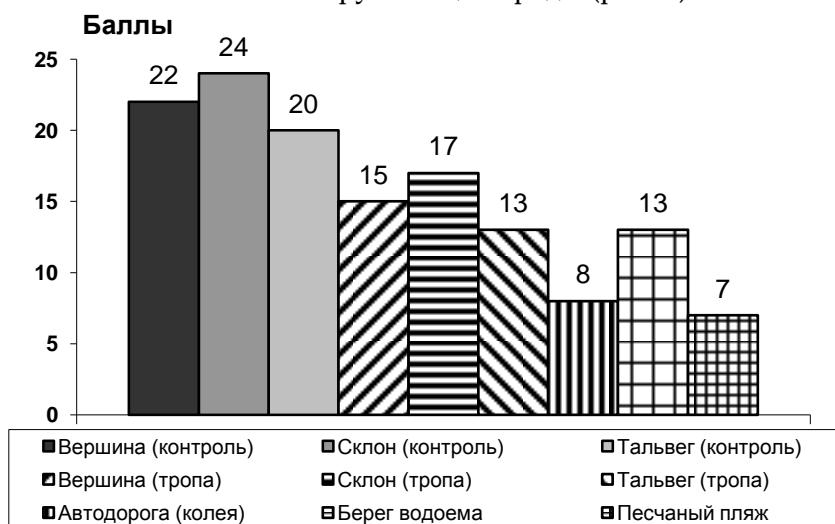


Рис. 6. Интегральный показатель сообществ панцирных клещей лесопарка «Путиловский лес» г. Донецка в весенний период

В летний период в контрольных пробах на исследованных участках байрачного леса экологическое состояние окружающей среды отвечало I уровню, а в тальвеге байрачной балки – II уровню. Влияние рекреационной

нагрузки (вытаптывание) приводит к уменьшению данного показателя до II и III уровней. Уплотнение почвы шинами автомобилей и рекреационная нагрузка на песчаном пляже также приводит к снижению интегрального показателя до IV уровня (рис. 7).

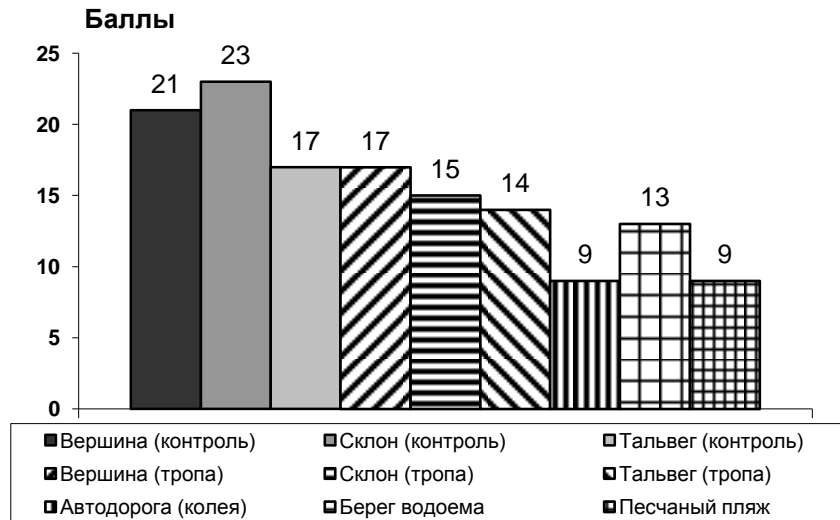


Рис. 7. Интегральный показатель сообществ панцирных клещей лесопарка «Путиловский лес» г. Донецка в летний период

В осенний период в контрольных пробах на всех исследованных участках байрачного леса экологическое состояние окружающей среды соответствовало II уровню. Влияние рекреационной нагрузки (вытаптывание) приводит к снижению интегрального показателя до III и IV уровней. Уплотнение почвы шинами автомобилей и рекреационная нагрузка на песчаном пляже соответствует IV уровню (рис. 8).

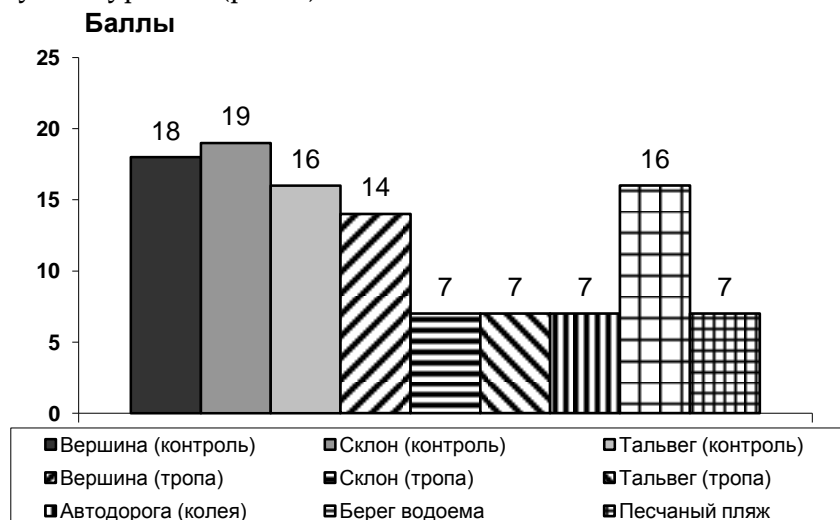


Рис. 8. Интегральный показатель сообществ панцирных клещей лесопарка «Путиловский лес» г. Донецка в осенний период

ВЫВОДЫ

1. На модельных примерах продемонстрирована возможность использования интегрального показателя сообществ панцирных клещей для оценки степени влияния различных форм антропогенной нагрузки на экосистемы и применения этого показателя для целей биоиндикации и биомониторинга.

2. Сельскохозяйственная нагрузка (внесение органических и минеральных удобрений в почву) оказывает влияние на экологическую структуру населения панцирных клещей. Внесение органических удобрений улучшает экологические характеристики структуры сообщества орибатид, что приводит к увеличению интегрального показателя. Внесение разных видов минеральных удобрений (N, P, K, NPK), наоборот, приводит к снижению основных экологических показателей сообщества и уменьшению интегрального показателя до III–IV уровня.

3. Техногенная нагрузка в виде создания породных отвалов шахт отрицательно влияет на экологическую структуру сообществ панцирных клещей и соответствует III уровню экологического состояния окружающей среды. Рекультивационные мероприятия, которые проводятся на терриконах, оказывают содействие улучшению качества окружающей среды.

4. Рекреационная нагрузка на экосистемы в виде вытаптывания, уплотнения почвы колесами автомобилей и создания пляжей также оказывает отрицательное воздействие на население панцирных клещей, что приводит к снижению интегрального показателя сообществ орибатид с I уровня в контроле до III и IV уровней на антропогенно трансформированных участках.

5. В целом действие антропогенной нагрузки проявляется в снижении показателей средней плотности населения, видового богатства и индекса экологического разнообразия Шеннона, в изменении и упрощении структуры доминирования и соотношения жизненных форм панцирных клещей, что, соответственно, приводит к уменьшению интегрального показателя сообществ орибатид и ухудшению экологического состояния окружающей среды.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Беспалова С. В. Визначення порогів чутливості біоіндикаторів на дію екологічно несприятливих факторів середовища / С. В. Беспалова, О. С. Горецький, А. Д. Штірц та ін. // Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону. – 2010. – Вип. 1 (10). – С. 9-25.

Беспалова С. В. Критерії оцінки екологічного стану середовища за порогоми чутливості біоіндикаторів / С. В. Беспалова, О. С. Горецький, А. Д. Штірц та ін. // Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону. – 2011. – Вип. 1 (11). – С. 25–43.

Беспалова С. В. Визначення нормованих параметрів біоіндикаторів для екологічного моніторингу / С. В. Беспалова, О. С. Горецький, А. Д. Штірц та ін.

- // Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону. – 2012. – Вип. 1 (12). – С. 41–56.
- Буланова-Захваткина Е. М. Панцирные клещи – орибатидаы / Е. М. Буланова-Захваткина. – М.: Высш. шк., 1967. – 254 с.
- Гиляров М. С. Почвенно-зоологические исследования и их задачи / М. С. Гиляров // Вестник АН СССР. – 1959. – № 6. – С. 35–39.
- Криволицкий Д. А. Морфо-экологические типы панцирных клещей (Acariformes, Oribatei) / Д. А. Криволицкий // Зоол. журн. – 1965. – 44, № 8. – С. 1176–1189.
- Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение: пер. с англ. / Э. Мэгарран. – М.: Мир, 1992. – 184 с.
- Определитель обитающих в почве клещей (Sarcoptiformes) / Буланова-Захваткина Е. М., Вайнштейн Б. А., Волгин В. И. и др. / Под ред. М. С. Гилярова. – М.: Наука, 1975. – 491 с.
- Павличенко П. Г. Определитель цератозетоидных клещей (Oribatei, Ceratozetoidea) Украины / П. Г. Павличенко. – К.: Изд-во ин-та зоологии им. И. И. Шмальгаузена, 1994. – 143 с.
- Панцирные клещи: морфология, развитие, филогения, экология, методы, исследования, характеристика модельного вида *Nothrus palustris* C. L. Koch, 1839 / Криволицкий Д. А., Лебрен Ф., Кунст М. и др. / Под ред. Д. А. Криволицкого. – М.: Наука, 1995. – 224 с.
- Патент 82151 України. Спосіб біоіндикації якості середовища з використанням панцирних кліщів / Беспалова С. В., Горецький О. С., Штирц А. Д. МПК G01N33/24 (2006.01). – Патент на корисну модель № u 201300321. Заявл. 09.01.2013. Опубл. 25.07.2013. – Бюл. № 14.
- Сергиенко Г. Д. Фауна України. Низшіє орибатидаы / Г. Д. Сергиенко. – К.: Наук. думка, 1994. – Т. 25, вып. 21. – 203 с.
- Штирц А. Д. Влияние органических и минеральных удобрений на структуру сообществ панцирных клещей / А. Д. Штирц, Ю. А. Гураль // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона: межвед. сб. науч. работ. – Донецк: ДонНУ, 2008. – Вып. 8. – С. 156–171.
- Штирц А. Д. Влияние рекреационной нагрузки на структуру населения панцирных клещей (на примере лесопарка "Путиловский лес" города Донецка) / А. Д. Штирц // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – Донецк: ДонНУ, 2009. – Вып. 1 (9). – С. 131–139.
- Штирц А. Д. Влияние рекультивации на структуру сообществ панцирных клещей терриконов г. Макеевки / А. Д. Штирц // Матер. наук. конф. ДонНУ за підсумками наук.-досл. роботи за період 2011–2012 рр. (м. Донецьк, 15 березня – 25 квітня 2013 р.). – Донецьк: ДонНУ, 2013. – Т. 1. – С. 225.
- Engelmann H.-D. Zur Dominanzklassifizierung von Bodenarthropoden / H.-D. Engelmann // Pedobiologia. – 1978. – Bd. 18, Hf. 5/6. – S. 378–380.

REFERENCES

- Bespalova, S.V., Goretsky, O.S., Glukhov, A.Z., Maksimovich, V.A., Zlotin, A.Z., Govta, N.V., Markina, T.Y., Ljaljuk, N.M., Maslodudova, E.N., Safonov, A.I., Mashtaler, A.V., Fedotov, O.V., & Shtirts, A.D. (2010). Determination of bioindicators sensitivity thresholds for ecologically unfavourable environmental factors. *Problems of ecology and nature protection of technogenic region*, 1(10), 9-25.
- Bespalova, S.V., Goretsky, O.S., Glukhov, A.Z., Zlotin, A.Z., Maksimovich, V.A., Govta, N.V., Ljaljuk, N.M., Markina, T.Y., Maslodudova, E.N., Mashtaler, A.V., Safonov, A.I., Fedotov, O.V., & Shtirts, A.D. (2011). Criteria of assessment of ecological state of environment on thresholds of sensitivity of bioindicators. *Problems of ecology and nature protection of technogenic region*, 1(11), 25-43.
- Bespalova, S.V., Goretsky, O.S., Zlotin, A.Z., Maksimovich, V.A., Govta, N.V., Ljaljuk, N.M., Markina, T.Y., Maslodudova, E.N., Mashtaler, A.V., Safonov, A.I., Fedotov, O.V., & Shtirts, A.D. (2012). Definition of normative parameters of bioindicators for ecological monitoring. *Problems of ecology and nature protection of technogenic region*, 1(12), 41-56.
- Bespalova, S.V., Goretsky, O.S., & Shtirts, A.D. (2013). Ukraine Patent 82151. Bioindication method of quality environment with using oribatid mites. G01N33/24 (2006.01). Patent u 201300321.
- Bulanova-Zakhvatkina, E.M. (1967). *Oribatid mites*. Moscow.

- Bulanova-Zakhvatkina, E.M., Vainshtein, B.A., Volgin, V.I. et al. (1975). Key of soil mites (Sarcoptiformes). Moscow.
- Engelmann, H.-D. (1978). Zur Dominanzklassifizierung von Bodenarthropoden. *Pedobiologia*, 5/6(18), 378-380.
- Gilyarov, M.S. (1959). Soil-zoological research and tasks. *Herald Academy Science USSR*, 6, 35-39.
- Krivolutsky, D.A. (1965). Morpho-ecological types of oribatid mites (Acariformes, Oribatei). *Journal of zoology*, 8(44), 1176-1189.
- Krivolutsky, D.A., Lebrun, F., & Kunst, M. (1995). Oribatid mites: morphology, development, phylogeny, ecology, methods, researching, characteristics of model species *Nothrus palustris* C.L. Koch, 1839. Moscow.
- Megarran, E. (1992). Ecological diversity and its measuring. Moscow.
- Pavlichenko, P.G. (1994). Key of ceratozetoid mites (Oribatei, Ceratozetoidea) of Ukraine. Kiev.
- Sergienko, G.D. (1994). Fauna of Ukraine. Lower oribatides. Kiev, 21(25).
- Shtirts, A.D., & Gural, Yu.A. (2008). Influence of organic and mineral fertilizers on oribatid mites community structure. *Problems of ecology and nature protection of technogenic region*, 8, 156-171.
- Shtirts, A.D. (2009). Influence of recreational load on oribatid mites community structure (for example, forest park «Putilovsky forest» in Donetsk). *Problems of ecology and nature protection of technogenic region*, 1(9), 131-139.

Shtirts, A.D. (2013). Influence of recultivation on oribatid mites community structure of coal mine waste dumps of Makeyevka. Sciences Conference of Donetsk National University, 1, 225.

Поступила в редакцию 17.05.2015

Как цитировать:

Штирц, А.Д. (2015). Оценка влияния антропогенной нагрузки на экосистемы с использованием интегрального показателя сообществ панцирных клещей.

Acta Biologica Sibirica, 1 (1-2), 51-66.

crossref <http://dx.doi.org/10.14258/abs.v1i1-2.782>

© Штирц, 2015

Users are permitted to copy, use, distribute, transmit, and display the work publicly and to make and distribute derivative works, in any digital medium for any responsible purpose, subject to proper attribution of authorship.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 3.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/)