

# ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗООГЕННЫХ БИОКОМПЛЕКСОВ СЕВЕРНЫХ СКЛОНОВ ВАРМИЙСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

**К.Н. КРАЙНОВ,**

*аспирант, Калининградский государственный технический университет*

**Ключевые слова:** зоогенные биокомплексы, почвенная биота, пространственная структура, катенарное исследование, экосистемы, классификация Флинта.

Воздействие некоторых видов животных на почвы и растительность приводит к формированию специфических зоогенных модификаций экосистем и зоогенной комплексности. Эколого-биологические факторы воздействия животных разнообразны и проявляются в формировании зоогенного микрорельефа: изменении гранулометрического состава почв в зависимости от интенсивности механического воздействия на почву при роющей деятельности педофауны и химического состава почв (активизируя химические реакции между минеральной и органической частью почвы) в процессе её жизнедеятельности; нарушении физического состояния почв – изменении пористости, а, следовательно, воздухоёмкости и водопроницаемости; макро- и микрофауна участвуют в процессе обогащения почв органическими веществами, влияют на их биологическую активность. Нарушение животными растительного покрова, селективное поедание растений и занос эпизоохорных сорняков – вся эта

заметная средообразующая деятельность формирует пространственно неоднородные специфические зоогенные биокомплексы на ландшафтном уровне. Исследование пространственного распределения почвенных животных организмов как части биогеоценозов необходимо для понимания взаимосвязей жизнедеятельности почвенных животных со свойствами почв, режимами почвенных процессов, их биоразнообразием и функционированием.

Оценка ресурсов почвенных организмов невозможна без учёта их пространственного распределения. В отличие от крупных наземных организмов почвенные животные скрыты от глаз человека. Использование проб разного размера, увеличение числа проб или их отбор случайным образом не позволяют должным образом оценить численность и биомассу почвенной биоты. Поэтому необходимо учитывать пространственное распределение почвенных организмов на разных уровнях разрешения: от исследуемой точки до ландшафта (табл. 1).



236000, г. Калининград,  
Советский пр., 1;  
тел. 8-9527993376

## Цель и методика исследований

Целью настоящего исследования явилось выявление зонально-ландшафтного распределения местообитаний и определение типа пространственного распределения популяций почвенных животных в пределах северных склонов Вармийской возвышенности.

Состояние макрофауны (дождевые черви и муравьи) и мегафауны (кроты и полевые мыши) луговых ландшафтов изучалось по распределению предельно-структурных элементов. Покаржевский указывает, что изменчивость физико-химических параметров почвы не оказывает заметного влияния на параметры распределения почвенных организмов при минимизации выборки [2]. При увеличении же размеров пробы,

***Zoogenic biocomplexes,  
soil fauna, spatial  
structure, ecological  
research, ecosystems,  
classification of Flint.***

вплоть до уровня биоценоза или даже ландшафта, именно почвенные параметры определяют распространение микро- и мегафауны. Так как исследование почвенных организмов основывается на пространственном распределении почвенных животных на разных уровнях разрешения, нами были выделены:

- калибровочные ключевые участки – самые мелкие, которые составляют 2-5% площади (в наших исследованиях эти участки в зависимости от площади луговых угодий составляли от 2000 м<sup>2</sup> до 6000 м<sup>2</sup>);
- проверочные, на которых определялись достоверности и ошибки;
- экстраполяциянные ключевые участки, на которых давалась оценка распространения показателей.

Визуальный учёт на ключевых участках сопровождался закладкой почвенных разрезов. Всего заложено 82 однокатерные учётные площадки, где проводились подсчёты предельно-структурных элементов и других следов жизнедеятельности отдельных представителей педофауны. Методика определения численности и массы дождевых червей заключалась в выделении на склоне в пределах катены 4 участков (по горизонтам рельефа), на каждом из которых закладывались по 10 учётных площадок в 1 м<sup>2</sup>, где до глубины 50 см перекапывалась почва, из которой выбирались черви, после чего они подсчитывались, взвешивались и возвращались в почву (в свою экологическую среду). Плотность сложения (d) и плотность твёрдой фазы (D) определяли по общепринятой методике, водопроницаемость – методом цилиндров.

#### Результаты исследований

В структуре растительного покрова северных склонов Вармийской возвышенности прослеживаются локальные и фенотипические зоогенные комплексы с почвенными беспозвоночными макрофауны и наиболее устойчивые зоогенные структуры экосистем, образованные роющей деятельностью кротов, полевых мышей и обыкновенных полёвок.

В структуре почвенного покрова КУ «Ильичевка» пятна распределения биоконплексов с дождевыми червями вытянуты в зависимости от рельефа по линиям стекания почвенных вод, вдоль которых распространяются большие их количества. Среднее же количество червей достигает 2,5 млн особей на 1 га почвы, занятой луговой растительностью (разнотравно-злаковая ассоциация). Почва в районе исследования бурая лесная эродированная среднесуглинистая двучленная на водно-ледниковых слоистых суглинках под залежью на покатом склоне северной экспозиции. По Кирюшину, на 1 га пастбищ приходится 500-1575 тыс. (1150-1680 кг/га),

на 1 га сенокосов – 2-5,6 млн (более 2 т/га) дождевых червей. Наличие достаточного количества червей в почве является хорошим показателем её биологического состояния. Так, известна роль червей в проявлении эрозийных процессов, что выражается в первую очередь в увеличении водопроницаемости почв и агрегации поверхностного слоя, который за счёт копролитов становится более оструктуренным, а сами агрегаты приобретают водопропрочность, поэтому наблюдается снижение смыва и развевания. Результаты исследования влияния дождевых червей на почвенные плотность и водопроницаемость представлены в таблице 2, откуда видно, что водопроницаемость почвы второго участка катены выше при не превышающих показателях плотности сложения и плотности твёрдой фазы почвы на других участках. При достаточно большом количестве червей на данном участке происходит не только размельчение органических остатков и перемешивание их с минеральной частью, но и определённая оструктуризация минеральных и органических компонентов, которая определяет специфику зоогенных агрегатов.

При катенарном исследовании КУ «Владимирово» биоконплексы с муравьями формируют пятнистую пространственную структуру среди основных мезофитных ценозообразователей: люпина узколистного и полыни обыкновенной. Молодые зоогенные образования представляют лишённые растительности холмики; более зрелые образуют округлые пятна с разреженной вторичной растительностью. Полностью разрушенные муравейники не возвышаются над поверхностью почвы. Наблюдаемые вариации соответствуют стадиям возникновения, жизни и отмирания муравейников. Относительная площадь муравейных биоконплексов в среднем занимает 15-20% площади КУ катены. Муравейниковые комплексы из *Lasius niger* (КУ «Иль-

ичевка») представляют собой комбинации фоновой злаково-разнотравной ассоциации с равномерно разбросанными округлыми зоогенными парцеллами. Комплекс состоит из фона мезофитной растительности (в том числе из тысячелистника обыкновенного, полевицы тонкой, бухарника шерстистого) на вершине элювиального склона и на его трансэлювиальной части на бурых ненасыщенных легкосуглинистых и супесчаных почвах, неэродированных и слабоэродированных. Почвы под муравейниками изрыты ходами от 0,3 до 80 см, что вызывает провоцирование и протекание процессов дефляции, плоскостного смыва и линейного размыва, а также создаёт благоприятные экологические условия для произрастания корневищных и рыхлокустовых злаков: вейника наземного, мятлика лугового и др. Диаметр муравейникового фрагмента достигает 30-60 см, а муравейниковый комплекс достигает протяжённости в несколько гектаров.

Наиболее устойчивые зоогенные структуры экосистем образованы представителями мегафауны: насекомоядными кротами и грызунами, в особенности полевыми мышами и обыкновенными полёвками. В основном они сформированы ландшафтообразующими видами *Talpa europaea*, *Arodemus agrarius* и *Microtus arvalis*. Характерные черты ландшафта – холмики кротов, а также норы полёвок – обнаружены на всём протяжении катены КУ «Сосновка» на фоне дерново-подзолистых среднесуглинистых разной степени эродированности почв. На тестовой территории наблюдается зональная мезофитная растительность. В пределах разнотравно-бухарниково-полевицевого сообщества с участием конского щавеля, хвоща лугового, тысячелистника обыкновенного количество кротовин достигает 180 шт. на га. Невысокие холмики сложены выбросами малоплодородных лёгких суглинков нижних горизонтов. Растительность

Таблица 1

Размах геометрических размеров основных уровней пространственного распределения почвенных животных, по Э. Мэгаррану [2]

Пространственный уровень	Размерность, м <sup>2</sup>
Исследуемая точка	<10 <sup>1</sup>
Биогеоценоз	10 <sup>2</sup> -10 <sup>4</sup>
Ландшафт	10 <sup>7</sup> -10 <sup>9</sup>
Регион	10 <sup>11</sup> -10 <sup>13</sup>

Таблица 2

Влияние дождевых червей на плотность и водопроницаемость почвы

Число площадок (n)	Черви дождевые		Плотность сложения (d), г/см <sup>3</sup>	Плотность твёрдой фазы (D), г/см <sup>3</sup>	Водопроницаемость, мм/мин.
	количество, шт./10 м <sup>2</sup>	биомасса, г/м <sup>3</sup>			
10	48	499,6	1,28	2,72	0,84
10	72	662,4	1,18	2,70	1,49
10	45	413,0	1,27	2,76	0,69
10	28	285,1	1,39	2,79	0,43

кратовин сильно нарушена: центральная часть вообще обнажена, подвержена дефляции, а периферия занята разреженными агрегациями однолетников с небольшим проективным покрытием 10-30%. Пространственное распределение неравномерное, кучное, приуроченное к микроповышениям рельефа.

Густота нор мышей и полёвок варьирует в зависимости от разных экологических условий местообитания, в связи с чем нарушается равномерность размещения нор. Островковое групповое распределение наблюдается на склоновых и пониженных элементах рельефа, где, по-видимому, лимитирующим фактором является оптимальное и длительное временное регулирование водного режима. На сильно увлажнённых понижениях в подножьях склона норы полёвок отсутствуют. Как и кроты, мыши и полёвки тоже способствуют выбросу грунта и почвы из гнездовых нор, но в меньшей степени. Норы хорошо обнаруживаются в ранневесенний период отрастания и кущения растений при высоте травяного покрова не более 10 см.

Землерои в результате выбросов почвы и породы на поверхность, кроме того, что создают своеобразный микрорельеф, являют собой биологический фактор преобразования почвы. Мегафауна способствует лучшей аэрации почв и их дренированию, играет главную роль в обмене веществ и энергии между почвой, растениями и животными. При нашем исследовании луговых ландшафтов Вармийской возвышенности обнару-

жена закономерность, при которой жизнедеятельность мышей и полёвок отмечена на угодьях и сенокосного, и пастбищного использования, а кротов – преимущественно на пастбищах.

По взаиморасположению нор поселений грызунов пространственную структуру популяции классифицировал Наумов [3] на два типа: сплошной (равномерный) и мозаичный (неравномерный). Ротшильд [4] расширил эту классификацию размещений стаций на сплошные, ленточные, островные. Соотношение экосистем и животного населения сложно как ввиду собственных популяционных закономерностей расселения животных, так и ввиду подвижности и сложности экологических ниш.

По классификации Флинта [5], которой мы придерживаемся, исследуя пространственную структуру зоогенных модификаций экосистем, биоконтакты, образованные дождевыми червями и муравьями, отнесены к эквальному типу, который характеризуется более или менее дисперсным размещением животных в пространстве (диффузный тип поселений) при общей стабильности генерального рисунка размещения на протяжении всех сезонов и при всех уровнях численности (табл. 3). Инсуляционному типу пространственной структуры соответствуют биоконтакты кротов, которые характеризуются локализованным размещением животных (мозаичный тип поселений) также при стабильности генерального рисунка размещения. Распределение биоконтактов обычно

венных полёвок отнесено к пульсирующему типу пространственной структуры, характеризующейся закономерной трансформацией мозаичного типа поселений в диффузный при сохранении сети постоянных элементарных поселений (табл. 4). Циклического типа пространственной структуры, характеризующейся закономерной и строго сезонной трансформацией мозаичного типа поселений в диффузный при отсутствии сети постоянных элементарных поселений и абсолютном территориальном доминировании временных элементарных поселений, не выявлено.

### Выводы

Совпадение и несовпадение зооценотических и ландшафтных границ имеет пространственное, временное и функциональное соотношение. Так, зооценозы муравьёв, дождевых червей и представителей мезофауны объединяют несколько близких по местообитаниям фитоценозов, несмотря на некоторые почвенные разности склоновой поверхности. Биоконтакты же кротов заселяют предпочтительно повышенные и склоновые местообитания, мышей и полёвок – места достаточного увлажнения.

Также установлено, что пространственное распределение почвенных животных различается на разных уровнях экологической катены. Факторы, ответственные за это распределение, также различны. Так, пространственное распределение геобионтов показывает высокую вариабельность плотности популяций и биологического разнообразия на уровне «исследуемой точки». Это отмечено для зоогенных комплексов склоновых ландшафтов, особенно образованных биоконтактами землероющих грызунов. В целом вариабельность размещения почвенной биоты позволяет понять функциональную роль факторов среды, определяющих развитие и распространение педобионтов.

Почвенные беспозвоночные животные, имея ограниченную способность к перемещению на значительные расстояния, образуют локальные пятна численности, что, в свою очередь, способствует пониманию как причин их адаптации к разнообразным экологическим и почвенным условиям, так и факторов, определяющих пространственную неоднородность растительных сообществ. И в работе Bever отмечается, что благодаря роли пятнистости почвенной биоты в регулировании пространственного распределения ресурсов питательных веществ для растений, мутуалистов и антагонистов корней, пространственное распределение почвенных организмов действует как ведущая сила в пространственном распределении растений и в конеч-

Таблица 3

Пространственное распределение предельно-структурных элементов макрофауны на северных склонах Вармийской возвышенности

Ключевой участок	Группы животных	Почвы	Фитоценоз	Характер распространения животных	Тип пространственной структуры
«Ильичевка»	дождевые черви	дерново-слабоподзолистые среднесуглинистые	пырейно-полевищевое тысячелистниковое сообщество	вытянуты по линиям стекания почвенных вод	эквальный
«Владимирово»	муравьи	бурые ненасыщенные легкосуглинистые и супесчаные	люпиново-полынно-тимофеечное сообщество	пятнистое распространение	эквальный

Таблица 4

Пространственное распределение предельно-структурных элементов мегафауны на северных склонах Вармийской возвышенности

Ключевой участок	Группы животных	Почвы	Фитоценоз	Характер распространения животных	Тип пространственной структуры
«Сосновка»	кроты	дерново-подзолистые среднесуглинистые	разнотравно-бужарниково-полевищевое сообщество	неравномерное, кучное, приуроченное к микроповышениям	инсуляционный
«Сосновка»	полевые мыши и обыкновенные полёвки	дерново-подзолистые среднесуглинистые	разнотравно-бужарниково-полевищевое сообщество	островковое, групповое, на склоновых и пониженных участках	пульсирующий

*Экология - Лесное хозяйство*

ном итоге в структуре растительного разнообразия [6].

Таким образом, исследование

распространения в пространстве почвенных животных является одним из основных ключей к пониманию ди-

намики сообществ почвенных организмов и функционирования почвенной биоты в целом.

**Литература**

1. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. М. : Мир, 1992. 184 с.
2. Покаржевский А. Д. Геохимическая экология наземных животных. М. : Наука, 1985. 300 с.
3. Наумов Н. П. Типы поселений грызунов и их экологическое значение // Зоологический журнал. 1954. Т. 33. Вып. 2. С. 156-158.
4. Ротшильд Е. В. О методах среднемасштабного картирования поселений больших песчанок // Бюлл. МОИП, отд. биол. 1962. Т. 67. Вып. 2. С. 85-87.
5. Флинт В. Е. Пространственная структура популяций мелких млекопитающих. М. : Наука, 1977. 218 с.
6. Bever J. D., Westover K. M., Antonovics J. Incorporating the soil community into plant population dynamics: the utility of the feedback approach // Journal of Ecology. 1997. Vol. 85. P. 561-573.