

УДК 574.9.

А.А. КОЗЛОВА, В.А. ЗРЯНИН
(Нижний Новгород)

**ЛАНДШАФТНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КОМПЛЕКСОВ МУРАВЕЙНИКОВ
ГРУППЫ *FORMICA RUFА* В ФИТОЦЕНОЗАХ
НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Рассматриваются закономерности распределения комплексов муравейников рыжих лесных муравьев (группа *Formica rufa*) в различных ландшафтных районах Нижегородской области. Были обнаружены и подвергнуты пространственному геоинформационному анализу т. н. «полосы сгущения» в нескольких районах области. Результаты полевых исследований легли в основу цифровой карты, с помощью которой и анализируется возможная корреляция между типом ландшафта и частотой встречаемости комплексов.*

Ключевые слова: геоинформационные системы, пространственный анализ, рыжие лесные муравьи, комплексы муравейников, ландшафтное районирование, Нижегородская область.

ANASTASIYA KOZLOVA, VLADIMIR ZRYANIN
(Nizhny Novgorod)

**THE LANDSCAPE DISTRIBUTION OF THE COMPLEXES
OF THE ANTS OF *FORMICA RUFА* IN THE PHYTOCENOSIS
OF THE NIZHNY NOVGOROD REGION**

*The article deals with the regularities of the distribution of the complexes of the anthills of the wood ants (*Formica rufa*) in the different landscape districts of the Nizhny Novgorod Region. The so-called “bands of concentrations” in some districts of the regions were discovered and given the spatial and geoinformational analysis. The results of the field studies were used as the basis of the digital picture, that helps to analyze the possible correlation between the type of the landscape and the frequency of the complexes’ occurrence.*

Key words: geoinformation systems, spatial analysis, wood ants, anthills complexes, landscape zoning, the Nizhny Novgorod region.

Введение

Рыжие лесные муравьи (группа *Formica rufa*) отличаются способностью образовывать не одиночные муравейники, а комплексы муравейников различного масштаба (от малых к обширной). Способность данной группы муравьев образовывать комплексы предположительно обусловлена рядом факторов (ландшафтных, почвенных, лесорастительных, климатических и т. д.) на территории заселенных ими фитоценозов. В настоящем исследовании проводится проверка зависимости географического распределения комплексов муравейников от ландшафтных условий в лесных сообществах Нижегородской области.

Ранее проведенные исследования позволили предположить, что на границе фитоценозов, образованных на полесских ландшафтах в большей степени представлены «полосы сгущения», скопления крупных комплексов. Была создана картосхема их распределения по территории Среднего Поволжья. Тем не менее, причина их формирования в данный момент однозначно не определена.

В настоящей работе анализ пространственного распределения комплексов муравейников группы *Formica rufa* проводится при помощи геоинформационных систем [3]. Данный метод включает в себя не только цифровое картографирование населенных муравьями фитоценозов, но и аналитические опе-

рации, позволяющие выявить случайность или закономерность текущей картины их расселения. Обработка данных осуществляется в геоинформационном ПО «ГИС Аксиома».

Таким образом, в настоящем исследовании проводится проверка следующей гипотезы: комплексные поселения рыжих лесных муравьев распределены по растительным сообществам Нижегородской области не случайно, а в зависимости от принадлежности фитоценозов к определенным ландшафтными районам.

Физико-географическая характеристика района исследования

Нижегородская область – это одна из наиболее крупных центральных областей России. Ока и Волга разделяют территорию Нижегородской области на два, почти равных по величине физико-географических района: справа к берегам этих рек спускается северо-западный край Приволжской возвышенности, слева простираются низменные песчаные равнины. Территория Нижегородской области, находясь на стыке разных природных зон, в целом имеет переходные черты, отличающаяся значительным разнообразием природных условий. Они различаются по ландшафту, геологическим и климатическим условиям, по почвам, растительному покрову, животному миру. Несмотря на то, что природно-климатические условия сохранения экологического равновесия в Нижегородской области весьма разно-образны, они несут на себе большинство характерных черт, присущих регионам европейской части России. Принадлежность отдельных частей территории Нижегородской области к нескольким природным зонам обуславливает и вариабельность параметров допустимого антропогенного воздействия на природную среду.

Общий рельеф Нижегородской области представляет собой волнистую, местами всхолмленную равнину, которая долинами рек Волги и Оки разделяется на две части – южную возвышенную и северную низменную. Коренное плато Заволжья по характеру представляет собой слегка волнистую равнину со сглаженными мягкими формами рельефа, пологой наклоненной на юг в сторону р. Волги. Зоны активного карста приурочены к правобережью рек Волга и Ока и левобережью реки Ока. Наиболее значительные по площади участки активного карста расположены на юге и в центральной части области. В очень сложных условиях находятся территории крупнейшего химического центра страны – города Дзержинска и прилегающих к нему территорий. На левобережье реки Волги активные карстовые процессы отсутствуют [9] (см. рис. 1 на с. 36).

Большая часть Нижегородской области расположена в зоне смешанных (хвойно-мягколиственных) и широколиственных лесов на серых лесных, в меньшей степени дерново-подзолистых почвах. Фитоценозы северных районов области можно отнести к южной тайге, для них характерно преобладание дерново-подзолистого и подзолистого типов почв. Преобладающими лесобразующими породами являются хвойные (сосна обыкновенная, ель европейская), реже – лиственные. Кроме того, следует отметить наличие крупных лесных массивов в особо охраняемых природных территориях региона (Жерженском заповеднике, Пустыньском, Тонкинском заказниках и т. д.).

Согласно Лесному плану Нижегородской области на 2019–2029 гг. и оценке состояния лесных фитоценозов региона Федеральным агентством лесного хозяйства по формам государственного лесного реестра ГЛР № 2 и ГЛР № 5 (распределение лесных ресурсов по преобладающему типу породы, возрасту, группе полноты и классу бонитета леса), большинство растительных сообществ региона являются средневозрастными, высокополнотными (средний показатель сомкнутости кроны составляет 0,7–0,9) и средне-, реже низкобонитетными (3–4 классы продуктивности) [8].

Такие лесорастительные условия можно назвать благоприятными для образования крупных комплексов муравейников, т. к. формирование комплексов может занимать более 10 лет и более типично для приспевающих лесов. Также состояние леса определяется в т. ч. ландшафтными и почвенными факторами, что оказывает влияние и на распределение комплексов в их пределах.

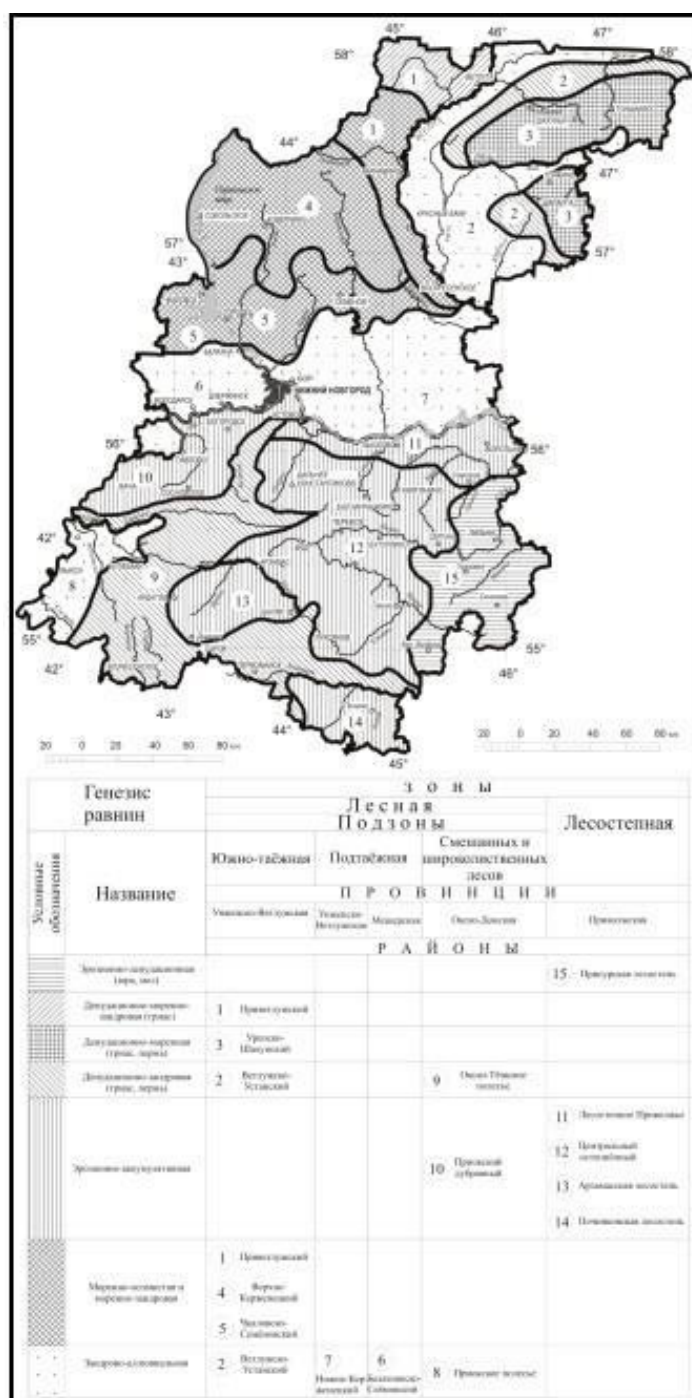


Рис. 1. Картограмма ландшафтного районирования Нижегородской области (Мининзон, 2023) [9]

Материалы и методы

В качестве основного материала настоящего исследования послужили результаты полевых сборов (2005–2007, 2014, 2022 гг.) преимущественно второго автора, студентов и сотрудников ННГУ [5, 6, 7, 10]. Были собраны данные по 4 видам муравьев – *Formica rufa*, *F. aqulonia*, *F. polystena* и *F. lugubris*, представленные в виде 162 точек на цифровой карте, где каждой точке соответствует по-

селение разного размера. Применяется следующая градация размеров комплексов муравейников: малый (>10 муравейников), средний (10–30), крупный (<30) и обширный (<90) муравейников [4].

Точки, содержащие данные по каждому поселению, выгружаются в виде отдельного слоя на цифровую карту ПО «ГИС Аксиома» [2]. В дальнейшем при помощи инструмента «Конвертация слоя» точки объединяются в полигоны, занимающие все заселенные муравьями районы Нижегородской области. Это необходимо для получения визуальной картины распределения комплексов (более обширные полигоны соответствуют большим по размеру комплексам).

В дальнейшем на карту также экспортируются пространственные слои, содержащие физико-географические характеристики региона (см. предыдущий раздел) – границы природных зон, ландшафтных и почвенных районов Нижегородской области. Эти слои представлены полигонами уже в исходном виде, что облегчает поиск зависимости между географическими параметрами и распределением комплексов муравейников. Используя инструмент «Перекрытие слоев», можно обнаружить совпадение между локализацией крупного комплекса и его территориальной привязке к определенному лесорастительному, ландшафтному или почвенному району.

Проверка статистической достоверности данных проводится с помощью созданной двупольной таблицы, где в качестве определяющего параметра выступает исследуемый экологический фактор (тип ландшафта, тип почвы, возраст, полнота и бонитет леса) в искомом районе, в качестве зависимой переменной – количество крупных комплексов в этом же районе. Вычисления проводятся на базе платформы «СтатТех» [11] с определением коэффициента статистической значимости. Для вывода о случайном распределении комплексов по Нижегородской области необходимо получение коэффициента статистической значимости p (различие между максимальным и минимальным количеством комплексов) не более $p \leq 0,05$ [1].

Результаты исследования

Согласно результатам цифрового картографирования, можно очевидно наблюдать тяготение крупных комплексов муравейников (Пустынский, Воскресенский, Краснобаковский) к полесским ландшафтам на территории Ветлужско-Устанского, Нижне-Керженецкого района лесной зоны, реже – к опольным ландшафтам на территории Арзамасской лесостепи. Существование «полос сгущения» объясняется тем, что большая часть комплексов не рассеяна по территориям ландшафтных районов, а прилегает к их стыкам (см. рис. 2).

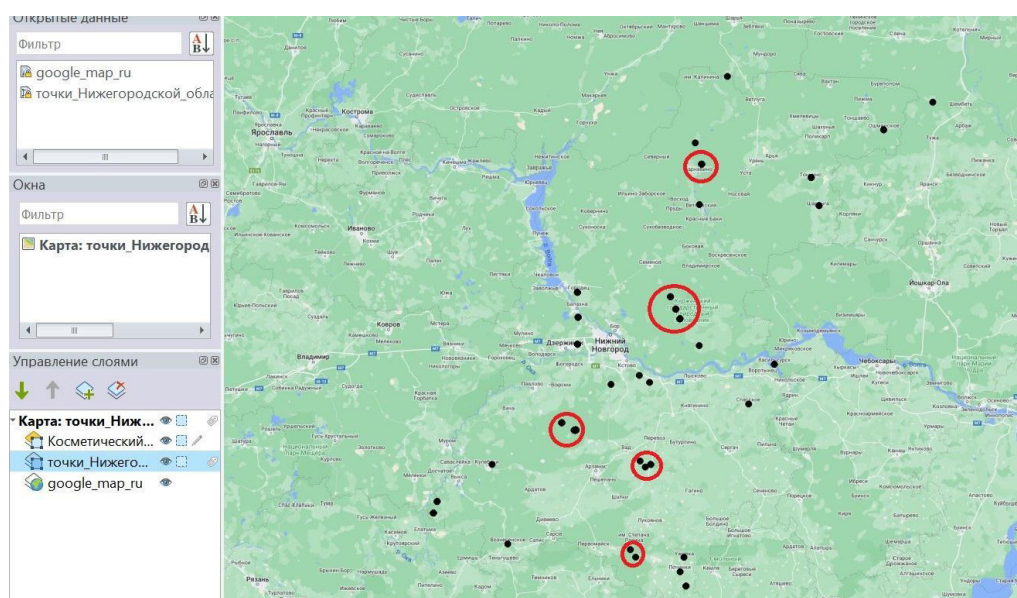


Рис. 2. Распределение комплексов муравейников по фитоценозам Нижегородской области

При проверке статистической достоверности данных был проведен анализ показателя «Тип поселения» в зависимости от показателя «Тип ландшафта» (см. табл. 1, рис. 3).

Таблица 1

Анализ показателя «Тип поселения» в зависимости от показателя «Тип ландшафта»

Показатель	Категории	Тип ландшафта		p
		опольный	полесский	
Тип поселения	В составе комплекса	3 (25,0)	145 (96,7)	< 0,001*
	Одинокое поселение	9 (75,0)	5 (3,3)	

* – различия показателей статистически значимы ($p < 0,05$)

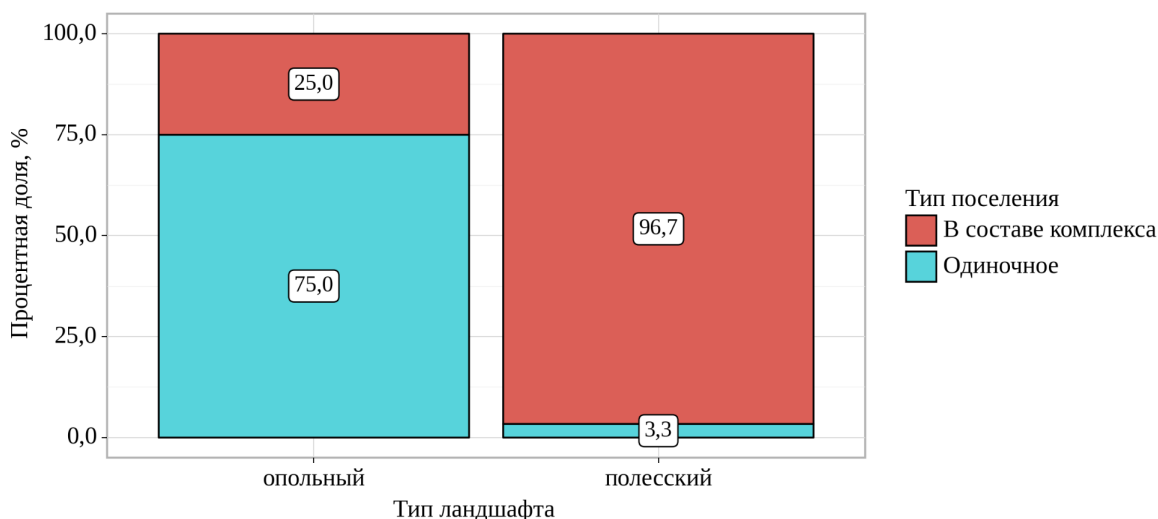


Рис. 3. Анализ показателя «Тип поселения» в зависимости от показателя «Тип ландшафта»

Также был выполнен анализ показателя «Тип поселения» в зависимости от показателя «Ландшафтный район» (см. табл. 2, рис. 4 на с. 39).

Таблица 2

Анализ показателя «Тип поселения» в зависимости от показателя «Район»

Показатель	Категории	Район					p
		Арзамасская лесостепь	Верхне-Керженецкий	Ветлужско-Устанский	Нижне-Керженецкий	Приокский дубравный	
Тип поселения	В составе комплекса	133 (97,8)	0 (0,0)	1 (50,0)	14 (82,4)	0 (0,0)	$p = 0,012$
	Одинокое	3 (2,2)	4 (100,0)	1 (50,0)	3 (17,6)	3 (100,0)	

* – различия показателей статистически значимы ($p < 0,05$)

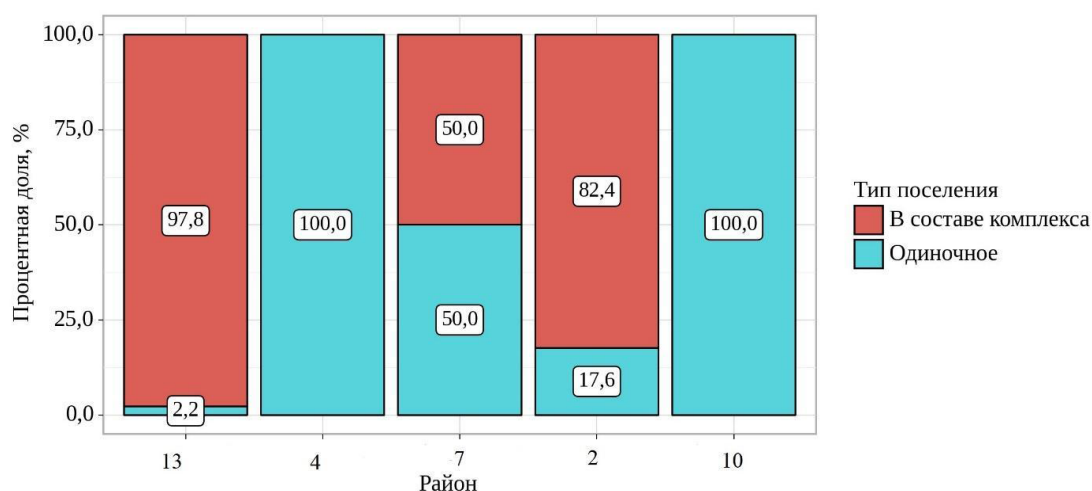


Рис. 4. Анализ показателя «Тип поселения» в зависимости от показателя «Ландшафтный район»

Выводы

В результате проведенного исследования было выявлено, что распространение рыжих лесных муравьев (группа *Formica rufa*) в Нижегородской области и их способность к комплексообразованию определяется совокупностью факторов, включающих в себя ландшафтное, лесорастительное и климатическое районирование. Для получения объективной картины эти факторы не могут рассматриваться обособленно друг от друга. Тем не менее, было подтверждено, что тип ландшафта является одним из критериев, непосредственно влияющих на географическое положение и размер комплексов муравейников, а также видовой состав муравьев, населяющих их.

Статистическая обработка данных также подтверждает корреляцию между типом ландшафта и принадлежностью обнаруженных на данном ландшафте муравейников к крупным комплексам. Было выявлено что границы ландшафтных районов частично совпадают с границами комплексов муравейников рыжих лесных муравьев в Нижегородской области.

Литература

1. Белюченко И.С., Смагин А.В., Попок Л.Б. [и др.] Анализ данных и математическое моделирование в экологии и природопользовании. Краснодар: Изд-во Кубан. гос. аграр. ун-та им. И.Т. Трубилина, 2015.
2. Варущенко С.С. Отечественная геоинформационная система «Аксиома ГИС» // Геодезия и картография. 2015. № S15-1.С. 32–33.
3. Ерунцова Е.Р. Использование геоинформационных систем в экологии и природопользовании // Актуальные вопросы науки и образования: теоретические и прикладные аспекты: материалы Междунар. науч.-практич. конф. (Кишинев, Молдавия, 12 мая 2018 г.). Нефтекамск: Науч.-издат. центр «Мир науки» (ИП Вострецов Александр Ильич), 2018. С. 181–185.
4. Захаров А.А., Длусский Г.М., Горюнов Д.Н. [и др.]. Мониторинг муравьев Формика. М.: КМК, 2013.
5. Зрянин В.А., Зрянина Т.А. Новые данные о фауне муравьев (*Hymenoptera, Formicidae*) Среднего Поволжья // Успехи современной биологии. 2007. Т. 127. № 2. С. 226–240.
6. Иванова Т.И. Популяционная изменчивость рыжих лесных муравьев (*Hymenoptera, Formicidae*) Узоло-Керженского района. Выпускная квалификационная работа на базе кафедры ботаники и зоологии Института биологии и биомедицины ННГУ. Нижний Новгород, ННГУ, 2016.
7. Коноплева Е.Е. Структура и динамика комплексов муравейников северного лесного муравья *Formica aquilonia* (*Hymenoptera, Formicidae*) в разных лесорастительных условиях // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Н. Новгород. 2010. № 2. С. 407–412.
8. Лесной план Нижегородской области на 2019–2029 гг. от 27 декабря 2018 г. № 179. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/465587408> (дата обращения: 21.09.23).
9. Миннинзон И.Л. Ботаническая география Нижнего Новгорода. Н. Новгород: НООНО, 2023.
10. Соболева (Корочкина) Н.И. Дорожная система рыжих лесных муравьев (группы *Formica rufa*) в условиях рекреационного пресса // Зоологический журнал. 2010. Т. 89. № 12. С. 1468–1476.
11. Статтех: платформа для статистической обработки данных: [сайт]. URL: <https://stattech.ru/>.