

Министерство общего и профессионального образования
Свердловской области
Управление образования Администрации города Нижний Тагил
Муниципальное автономное учреждение дополнительного образования
«Городская станция юных натуралистов»

Зоология и экология беспозвоночных животных

**Размерно-структурные характеристики и
потенциал комплекса гнёзд муравьёв вида
Formica aquilonia Y.
на горе Каменка**

Исполнитель:

Гращенко Михаил Вячеславович,
9 класс, МБОУ СОШ № 6.
ДО «Природа и наука»,
МАУ ДО ГорСЮН

Руководитель:

Мустафин Альберт Маратович,
педагог Д/О, руководитель
ДО «Природа и наука»
Городская станция юных
натуралистов

Консультант:

Гилев Алексей Валерьевич,
д.б.н., ст.н.с. ИЭРиЖ УрО РАН

Нижний Тагил
2020 г.

Оглавление

Введение.....	3
Глава I. Характеристика гнезд рыжих лесных муравьев	5
Глава II. Оценка состояния гнезд рыжих лесных муравьёв	7
Глава III. Материал и методика	9
Глава IV. Результаты и их обсуждение.....	11
4.1. Описание гнезд муравьев изучаемого вида.....	11
4.2. Размерно-структурные показатели гнезд	14
4.3. Оценка состояния купола изучаемых гнезд	17
Выводы	20
Заключение	21
Список информационных источников	22

Введение

Муравьи – общественные насекомые, относятся к семейству *Formicidae*, надсемейству *Formicide*, отряду перепончатокрылых насекомых (*Hymenoptera*). В настоящее время науке известно около 10000 видов муравьев, относящихся к 296 родам 15 подсемействам. Муравьи заселяют все континенты Земли, кроме Антарктиды. Представители четырех подсемейств – *Formicidae*, *Myrmicidae*, *Dolichoderidae*, *Poneridae*– обитают на территории современной России (Длусский, 1967; Захаров, 1991).

Муравьи рассматриваются как естественные элементы биологических систем защиты леса (Длусский, 1967; Малоземова, 1998), известно, что муравьи являются эффективными защитниками леса от многих опасных хвое – и листогрызущих вредителей (Захаров, 1991; Штучный, 2005).

Установлено, что наибольшую пользу лесу приносят рыжие лесные муравьи группы *Formica rufa*, в частности, *Formica policтена* и *Formica aquilonia*, что связано с особенностями их биологии, широким распространением, относительно высокой численностью. Данные виды имеют сходные внешние признаки и биологию (Длусский, 1967, Захаров, 2015), создают наиболее крупные поселения, занимающие в благоприятных условиях целые лесные массивы и контролирующие все ярусы растительности (Длусский, 1967; Захаров, 2002; Захаров, 2013).

По мнению авторитетных мирмекологов, реальная проблема настоящего времени – снижение численности гнезд группы *Formica rufa* и других муравьев рода *Formica*. Отмечено, что их численность повсеместно быстро сокращается и упала в ряде регионов России до критического уровня (Захаров, 2014), что говорит о тотальном характере воздействия негативных факторов на муравьев (там же).

Как решение вышеуказанной проблемы, а также сохранения биоразнообразия лесных экосистем – проведение лесопатологического мониторинга, который является составной частью лесного мониторинга и входит в Единую Государственную Систему Экологического Мониторинга (Марков, 1991). Для экологического мониторинга лесных экосистем предлагается использовать динамику структуры комплексов гнезд, т.е. предлагается проводить мониторинг за динамической структурой не отдельные муравейников, а их комплексов, так как действию отрицательных факторов могут противостоять только комплексы гнезд (там же).

Таким образом, ведение мониторинга поселений муравьев – актуально, и в научном плане – интересно. В реальной практике необходимо обоснованно оценить и при разовом осмотре гнезда выявить общий тренд его развития и перспективы сохранения в течение определенного периода времени. Это особенно важно при учете муравейников, сломанных или поврежденных в год проведения осмотра или в течение 1–2 лет, предшествующих ему (Захаров, 2013).

Выше сказанное относится и к ООПТ, с развитием которых данный вопрос становится также особо актуален.

Исследуемая нами территория – гора Каменка и окружающие леса в скором времени войдут в состав туристического кластера «Белая гора», где предусмотрены разнообразные пешеходные, вело и другие маршруты. В этой связи можно предполагать, что экосистемы данной территории подвергнутся значительному антропогенному воздействию. Это может привести к нарушению местообитаний многих живых организмов, в том числе муравьев.

Поэтому необходимо понять, насколько развиты и устойчивы существующие колонии рыжих лесных муравьев, обитателей горы Белая, Каменка и их отрогов.

Для данной территории исследования поселений муравьев не проводились, публикации отсутствуют, что обуславливает новизну данной работы.

Объект исследования: гнёзда муравьев вида *Formica aquilonia* – северный лесной муравей.

Предмет исследования: размерно-структурные показатели и потенциал комплекса гнёзд изучаемого вида.

Цель работы: изучить размерно-структурные характеристики и потенциал комплекса гнёзд муравьев вида *Formica aquilonia* на горе Каменка.

Задачи:

1. Проанализировать и описать размерную структуру гнёзд.
2. Оценить потенциал комплекса изучаемых гнёзд на основе комплексных показателей состояния купола.

Гипотеза: мы предполагаем, что на горе Каменка изучаемый комплекс муравейников имеет значительный потенциал для своего дальнейшего развития, что проявляется в следующем:

- 1). размерно-структурные показатели гнёзд будут соответствовать зрелому, развивающемуся комплексу;
- 2). потенциал комплекса изучаемых гнёзд будет складываться на основе таких показателей, как: форма купола, качество хвои купола, степень зарастания купола.

Глава I. Характеристика гнезд рыжих лесных муравьев

Северный лесной муравей (*Formica aquilonia* Y.) – вид, достаточно широко распространен на Урале, включая восточную Сибирь, самый массовый вид из группы *Formica rufa* (Захаров и др., 2013). Предпочитает чистые еловые или смешанные леса возрастом свыше 50 лет (Захаров, 2015), в смешанных лесах поселяется, как правило, под елями. Восточнее Уральского хребта обитает в приспевающих или спелых еловых лесах. Данный вид более холодолюбивый, чем *Formica rufa* или *Formica polyctena*, в сходных местообитаниях предпочитает более тенистые и влажные леса (там же).

Гнезда расположены обычно под пологом леса, рыхлые, построены из веточек длиной в среднем $30,56 \pm 1,25$ и толщиной $1,61 \pm 0,06$ мм. Почва занимает не более 25% надземной части муравейника (Длусский, 1967). Гнезда с диаметром купола до 0,4 метра как правило, нежизнеспособны. Оптимальная активность муравьев проявляется у гнезд с диаметром в 1,0—1,2 м., например, в ельнике на 1 га может насчитываться 4 624 000 особей этого вида (там же).

Гнездо представляет собой наземный купол, состоящий из внутреннего конуса и покрывающего его покровного слоя. Покровный слой, в свою очередь, состоит из мелких хвоинок, других растительных частиц: чешуек, веточек, семян, скрепленных смолой и почвой. Сам купол опирается на гнездовой вал, который образуется при выносе муравьями частиц почвы в ходе прокладки подземных ходов и постройки гнездовых камер. *Formica aquilonia*, образует большие колонии, и в ряде мест по эффективности занимает второе место после *F. Polyctena*, при искусственном расселении хорошо приживается (Дунаев, 1999, Захаров, 1991).

Размеры гнезд рыжих лесных муравьев тесно связаны с размерами обитающих в них семей, а такие структурные элементы гнезда, как высота и диаметр купола, диаметр вала, достаточно точно отражают мощность и состояние семьи в реальном времени и в конкретных условиях существования. Поэтому внешние габитуальные характеристики гнезд могут быть использованы для оценки состояния семьи муравьев на момент их обследования (Захаров и др., 2013).

Один из главных показателей – форма купола. Различают следующие формы наземного купола у рыжих лесных муравьев: коническая, усеченно-коническая, сферическая, шлемовидная, плоская, высоко-коническая (Длусский, Букин, 1986). Формы купола гнезд рыжих лесных муравьев достаточно разнообразны, но в целом их можно свести к двум основным вариантам – конической и сферической формам (Захаров, 1974; Маавара, 1991)

Коническая форма купола – характерна для растущего гнезда: купол строится сверху, и строительный материал для внутреннего конуса муравьи

приносят на вершину гнезда, и уже оттуда затаскивают внутрь муравейника. Внутренний конус муравьи перекрывают покровным слоем, поверхность выравнивают, возникает так называемый «конус роста», придающий коническую форму всему куполу. В активном муравейнике строительство и обновление гнезда идут в течение всего сезона, конус растет, поэтому коническая форма наземного купола устойчива, пока муравейник сохраняет потенциал своего роста. Высота купола может быть при этом различной и во многом зависит от режима освещенности гнезда (Захаров, 2015).

Сферическая форма купола – свидетельствует о снижении относительной численности населения гнезда и, как следствие, приостановке роста муравейника. Также снижается строительная активность муравьев, вследствие чего у купола такого гнезда уже нет «конуса роста» и он приобретает сферическую форму. Такая форма купола означает депопуляцию – уменьшение населения гнезда. При этом сферический купол может сохраняться до прихода семьи ее в полный упадок. Купол при этом постепенно оседает и может стать плоским или же приобретает неоформленный вид. Уменьшение размеров может быть обратимым. Семья может продолжать успешное существование и свой последующий рост, обновив состав яйцекладущих самок и восполнив потери рабочих муравьев. При этом чаще восстанавливается коническая форма купола (там же).

Форма купола может отражать и временные изменения в жизни семьи. При потере значительной части своего состава семья начинает поддерживать только центральную часть купола, в результате чего на основном куполе, как на основании, временно возникает дополнительный куполок – т.н. «фонарь», и гнездо приобретает форму «ступенчатой пирамиды». Такие купола нередки при позднелетних и осенних повреждениях гнезд. Если данной семье удастся восстановить свою численность, купол гнезда приобретет исходную форму.

Если муравейник разрушен частично, и остается активным, он может начинать восстановление и сохранить коническую форму купола. Успешность восстановления муравейника можно прогнозировать по сочетанию двух характеристик – форме купола и диаметру восстановленного гнезда в год разрушения. Если после поломки крупного гнезда муравьи успевают к концу текущего сезона восстановить на старом валу конический купол диаметром не менее 70 см, сохранив при этом исходное число колонн, данная семья имеет достаточный потенциал для полного восстановления муравейника в течение 1–2 последующих лет (Захаров, 2003, 2015).

Необходимо учитывать, что многочисленные поломки гнезд, независимо от причин, их вызвавших, влекут за собой фрагментацию значительной части входящих в комплекс муравейников, а также массовые миграции и значительные изменения всей пространственно-функциональной структуры поселения муравьев (Штучный, 2005).

Глава II. Оценка состояния гнезд рыжих лесных муравьёв

Гнёзда рыжих лесных муравьёв одного вида имеющих общую территорию и единое происхождение и располагающиеся относительно близко друг от друга образуют «комплекс гнезд». Расстояние между гнёздами в комплексе может составлять от 10 до 50 метров, но обычно 15–20 метров (Длусский, Букин, 1986).

Комплексом гнёзд можно считать группу муравейников в количестве 5–10 построек разного возраста и размера. Развитие гнездовых комплексов идет путем формирования надсемейных структур – отдельных гнезд, колоний, диад, псевдофедераций и настоящих федераций (Длусский, 1967).

Развитие комплекса в своем развитии проходит несколько стадий (Захаров, 2015). Выделяют следующие этапы развития комплексов муравейников: – рост; – стабилизация; – образование федераций – состояние «сверхстабильности»; – депопуляция; – деградация; – полный распад. В отдельную группу выделены ситуации, которые связаны с перестроениями после массовых поломок гнезд лесными животными: кабанам, медведями. Также гнезда могут быть разрушены человеком, ветровалом и т.п. (Захаров, 2003).

Растущий комплекс – это комплекс, увеличивающий свой размеры и мощность в течение трех лет после предшествующего учета. Показателями являются (таблица 1.): расчетный диаметр гнезда с 1 колонной, (d/c) меньше диаметра минимального автономного муравейника (55–60 см), но не ниже уровня 50 см; размерная структура комплекса – преобладают гнезда средних размеров ($d = 90–120$ см), небольшие гнезде (≤ 80 см) составляют не менее 30%. Материнские гнезда и отводки – составляют около 40% от общего числа гнезд, более 90% гнезд относятся к категории активно растущих, купол – конической формы (Захаров, 2015).

Стабилизировавшийся комплекс – сохраняет свои размеры в ряду лет после периода устойчивого роста, при этом мощность комплекса и размеры гнезд могут возрастать. В размерном ряду преобладают крупные муравейники ($d > 120$ см). Новые отводки единичны, суммарная доля материнских муравейников и отводков менее 20% от общего числа жилых гнезд. Более 50% – взрослые одиночные муравейники. Более 60% муравейников относятся к категории активно растущих (там же).

Федерированный комплекс – может считаться таковым, если вторичная федерация включает не менее 12–14 постоянных муравейников, составляющих не менее 2/3 общего числа постоянных гнезд в комплексе.

Показателями дестабилизации существующих комплексов являются состояния депопуляции, депрессии и деградации.

Прогрессирующее уменьшение всех параметров, как размеров, так и мощности комплекса, и последующее развитие процессов его фрагментации – состояние депопуляции (депрессии, депрессивный комплекс): в комплексе остаются единичные материнские гнезда и отводки (суммарно менее 10%),

преобладают взрослые одиночные гнезда. Это могут быть как крупные, так и средние гнезда, что определяется предшествующей размерной структурой комплекса, но более 50% из них относятся к категориям состояния ослабленных – В, и деградирующих – С.

Деградировавший комплекс – полностью отсутствуют активные гнезда и преобладают угасающие. Такой комплекс фрагментирован до уровня мелких групп и отдельных гнезд. Абсолютное большинство гнезд имеют диаметр ≥ 80 см. Расчетный диаметр гнезда с 1 колонной (d/c) приближается к 40 см. Полный распад комплекса характеризуется наличием в нем только единичных деградировавших муравейников, связь между которыми отсутствует – комплекс накануне гибели (Захаров и др., 2013).

Таблица 1.

Оценка категорий состояния комплексов гнезд (Захаров, 2015).

Критерии категорий состояния комплекса	Категории состояния комплекса			
	<i>A / A1</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
	Активный рост и стабилизация	Депрессия	Деградация	Распад
Доля гнезд с коническим куполом	$>0,8 >0,6$	$< 0,5$	$< 0,2$	0
Материнские гнезда и отводки	Регулярны	Единично	Нет	Нет
Заращение куполов, доли от <i>h</i>	$0-0,2 < 0,4$	$0,3-0,5$	$>0,6$	$>0,6$
Расчетный <i>d</i> гнезда с 1 колонной	$d > 50$ см	49–45 см	44–40 см	~ 40 см
Доля взаимосвязанных гнезд	$0,9-0,7$	$0,6-0,3$	$0,2-0$	0

Таким образом, для каждой категории состояния соответствуют определенные метрические характеристики и показатели. Задача исследователя – при разовом осмотре гнезда или комплекса гнезд выявить и описать эти показатели.

Необходимо отметить, что не всегда гнезда могут иметь отводки. Известно, что рост семьи муравьев может проявляться по-разному. Это необходимо учитывать, когда встает вопрос об отнесении изучаемого комплекса к конкретной категории. Часто бывает, комплекс достаточно молодой, и деление семьи идет по пути не образования отводков, а путем образования новой колонны, при этом формируется новая кормовая тропа, что также может служить диагностическим признаком (Длусский, 1967; Захаров, 2015).

Глава III. Материал и методика

Работа выполнялась в июле – августе 2019 года на горе Каменка, хребет «Веселые горы», Пригородный район, Свердловская область. Гора Каменка является северо-восточным отрогом горы Белая (см. Рис.1. Приложение 1.). Скальные останцы представляет собой относительно короткую цепь скал высотой до 12–15 метров. Между скальной грядой и подступающим с юго-запада лесом расположен перевал, покрытый крупнообломочным материалом. На перевальном взлете с восточной стороны – каменистые россыпи. Лесная растительность на вершине – спелый ельник с примесью сосны и липы.

Материалом для исследования послужили данные полевых наблюдений и результаты промеров гнезд изучаемого вида – северного лесного муравья (*F. Aquilonia* Y.). При проведении полевых наблюдений руководствовались рекомендациями Дунаева Е.А. (Дунаев, 1999), Длусского Г.М. (Длусский, 1967), Захарова А.А. (Захаров, 1991).

Участок учета располагался непосредственно на перевале, между скальной грядой на северо-востоке и лесным массивом, подступающим с юго-западной стороны.

На каждом гнезде были выполнены промеры размеров гнезд, выполнены их описания относительно местных объектов, указаны тропы, их направления и деревья-резиденты, посещаемые муравьями. Сводная таблица представлена в Приложении 3. При описании и картировании гнезд использовали стандартный бланк (Приложение 2).

Промеры размеров гнезд выполнены по стандартной методике (Длусский, 1967) – Рис.1. Описание купола гнезд выполняли по показателям, предложенным Захаровым. (Захаров, 2015):

1) Тип гнезда и форма купола - оценивали принадлежность гнезда к одному из трех основных типов: а) со скрытым валом – (СВ); б) с внешним валом – (ВВ); в) погруженные гнезда с внешним валом. По форме наземного купола выделяли 6 основных типов гнезд рыжих лесных муравьев: плоское, усеченно-коническое, коническое, шлемовидное, сферическое и неоформленное.

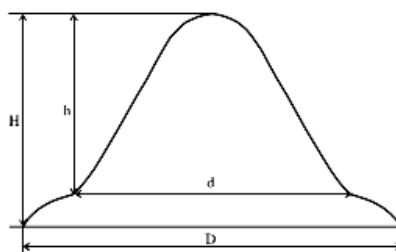


Рис. 1. Выполнение стандартных промеров на модельных гнездах (Длусский, 1967):

D – диаметр гнезда с валом; d – диаметр купола
H – высота гнезда с валом; h – высота купола

2) Размеры гнезда: измеряли по сантиметровой шкале: общая высота гнезда (H , см), высота гнездового купола (h , см), диаметр гнездового вала (D , см.), диаметр наземного купола гнезда (d , см). По d определяли площадь основания купола гнезда (S , м²). По d и H определяли объем купола муравейника (Маавара, 1991), –см. таблицы 2–3, Приложение 5.

3) Состояние гнездового материала - оценивали по качеству хвои покровного слоя, используя трехбалльную шкалу (Захаров, 2015):

M_1 – хвоя свежая, пахнущая смолой, колючая, – характеризует активное, находящееся в хорошем, активном состоянии, гнездо.

M_2 – хвоя залежная, – запаха нет, бледная или потемневшая, мягкая на изгиб. Такая хвоя свидетельствует о сниженной строительной активности муравьев, и, возможно, о депопуляции муравейника.

M_3 – хвоя старая, – темная, запах – грибной, в руках крошится – муравейник находится в критическом состоянии.

4) Заращение муравейника: (Ky) оценивали в долях от высоты купола (h), принимаемой за единицу, по следующей шкале: 0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1, (Приложение 4, Рис. 2.).

Заращение начинается обычно с северной стороны купола, и трава поднимается там, как правило, выше. При описании рекомендуется ставить среднюю величину заращения или обозначать ее двумя числами через тире, ставя впереди меньшее значение, например, $Ky=0,2-0,4$. Поскольку гнездо всегда зарастает сильнее с северной стороны, специально обозначать стороны света здесь не требуется.

5) Число колонн в муравейнике (n_c) – определяли по числу исходящих из гнезда дорог 1-го порядка.

Категорию состояния и этап текущего развития комплекса муравейников определяли, на основе следующей шкалы (Захаров, 2015):

(А) – рост – растущий комплекс, увеличивающий свою величину и мощность в течение трех лет; после учета.

(А1) – стабилизировавшийся комплекс, сохраняет свою мощность и размеры в ряду лет после периода устойчивого роста;

(В) – депрессивный комплекс, прогрессируют такие показатели, как уменьшение мощности комплекса, развитие процесса его фрагментации.

(С) – деградировавший комплекс: отсутствие в нем активных и преобладание угасающих муравейников.

(D) – полный распад – комплекс прекращает свое существование.

Все изучаемые гнезда были пронумерованы в соответствие с бланком описаний и сфотографированы.

В камеральный период – гнезда распределяли по размерным классам, используя показатели высоты, диаметра и объема гнезда.

Для оценки потенциала изучаемого комплекса гнезд использовали вышеописанные шкалы.

Глава IV. Результаты и их обсуждение

4.1. Описание гнезд муравьев изучаемого вида

Изучаемый комплекс гнезд обнаружен в лесном массиве к северо-востоку от главной вершины г. Каменка (338 м.н.у.м.), все гнезда располагаются на перевале, на опушке леса, в 7–8 метрах от гряды скальных останцев. На границе с лесом, находятся 3 гнезда – №№ 1–3 – Рис. 2–4, другие 5 гнезд обнаружены непосредственно в лесу – Рис. 5–11. Всего на исследуемом учетном участке обнаружено 8 гнезд муравьев, относящихся к виду *F. aquilonia* Y. – северный лесной муравей.



Рис. 2. Гнездо № 1



Рис. 3. Гнездо № 2.

Гнездо № 1 расположено на краю поляны, хорошо освещаемую в вечернее время. Купол – высокая полусфера, чист от растительности, вал купола частично затянут злаками, «двор» гнезда, свободное пространство вокруг гнезда, где расходятся тропы фуражиров, не просматривается. Хвоя на поверхности купола, свежая, имеет выраженный запах смолы. От гнезда отходит 4 тропы, все они идут к деревьям. Одна из троп имеет протяженность более 100 метров.

Гнездо № 2 находится почти на одной линии с гнездом № 1, расположено на опушке леса, под елью, с южной стороны ствола, но в течение суток – чаще в тени. Купол конической формы, свободен от растительности, есть небольшое зарастание вала молодыми побегами малины; хорошо выражен «двор», ближе к лесу – частично покрытый мхами и лишайниками. От гнезда отходят 3 тропы, одна непосредственно на ель, две другие – на деревья (осины).

Данные гнезда, как и гнездо № 3, территориально находятся на поляне, перед скальными останцами, где отсутствует почвенный покров – только курумник средних размеров, из деревьев – молодые деревья ели, липы, и осины. Поэтому не совсем хорошо видны тропы фуражиров, идущих по ним.



Рис. 4. Гнездо № 3.



Рис. 5. Гнездо № 4.

Гнездо № 3 – расположено на открытой местности, среди лесных растений. По форме – большая полусфера, вал выражен плохо, но достаточно большой и старый. Предположительно, это гнездо было разрушено весной текущего года и муравьи успешно его восстановили. Купол чист от растений, вал частично зарос злаками и осоками. Примыкающий к гнезду «двор» частично зарос лесной растительностью. От гнезда отходит 6 троп, все они идут к деревьям.

Гнездо № 4 находится на поляне с редкостойными молодыми елями, почти на перегибе перевала. Купол гнезда – высокий правильный конус, чист от растительности, за исключением зарастающего участка вала с северо-восточной стороны. У гнезда широкий «двор», чистый от лесных растений. Гнездо имеет 4 тропы. Все тропы идут к деревьям, 2 из них разделяются, и, таким образом, к деревьям подходят 6 троп.



Рис.6 Гнездо № 5.



Рис. 7. Гнездо № 6.

Гнездо № 5 построено на остатках старого упавшего дерева. Вал гнезда слабо выражен, зарастает одиночными кустиками молодой малины, «двор» зарос лесной растительностью. Купол гнезда – невысокий конус на широком,

«распластанном» основании. Можно сказать, что по форме данное гнездо «неоформленное». Тем не менее, гнездо с валом имеет достаточно большой диаметр, что позволяет предположить, что оно также, как и гнездо № 3 было когда-то разрушено и в настоящее время восстанавливается муравьями.

Гнездо № 6 – самой крупное из обнаруженных, располагается в глубине спелого ельника. В течение дня – преимущественно тень. Для данного гнезда характерны большой купол правильной конусовидной формы, а также большой и широкий «двор», абсолютно чистый от мелких лесных трав. Купол и вал также чисты от зарастания травами. Троп фуражиров, идущих от гнезда, больше, чем у других гнёзд – 8, две из них, уходящие на юг и запад, делятся на 3, и теряются в лесу, 3 тропы уходят на восток и северо-восток соответственно, разделяются, и идут к деревьям.



Рис. 8. Гнездо № 7.



Рис. 9. Гнездо № 8.

Гнездо № 7 расположено под молодой пихтой, с южной стороны гнезда – старое поваленное дерево. Территория вокруг гнезда полуоткрытая, хорошо освещена в течение дня. Купол гнезда сферической формы, частично зарастает мелкими травами, на валу зарастание выражено сильнее. «Двор» вокруг гнезда уже, по сравнению с другими гнездами, сильно зарастает лесными травами. От гнезда отходят 3 тропы, все они идут к деревьям. Для данного гнезда характерно наличие старой хвои на поверхности купола.

Гнездо № 8 находится вблизи перегиба перевала, на поляне, под старой липой, с восточной стороны ствола. Вокруг гнезда – обильные заросли малинника. Купол гнезда сферический, чист от трав, на валу молодые побеги малины, а также злаки и осоки. «Двора» не видно, так как заросли малины почти вплотную подходят к гнезду. От гнезда отходят 4 тропы, все они идут к деревьям, одна из них – на липу, под которой расплождён муравейник.

В целом можно отметить, что все гнезда сосредоточены на сравнительно малом участке размером 150 x 50 метров. Расстояние между гнездами №№ 1–4 не более 10 метров, между гнездами №№ 5–6 не более 4 метров, между гнездами №№ 7–8 в пределах 8 метров. Самые короткие тропы – идущие на деревья, самые длинные – между гнездами.

4.2. Размерно-структурные показатели гнезд

Основные размерно-структурные показатели изучаемых гнезд приведены в таблице 2.

Таблица 2
Размерно-структурные показатели изучаемых гнезд.

№ гнезда	Высота с валом (см.)	Высота без вала (см.)	Диаметр с валом (см.)	Диаметр без вала (см.)	Количество троп	Количество троп к деревьям
1	59	35	115	70	4	4
2	70	35	210	70	3	2
3	59	35	164	100	6	6
4	75	52	160	120	4	6
5	59	34	220	100	2	1
6	91	60	280	110	4	8
7	73	53	166	120	3	3
8	57	39	160	100	4	3

Изучение размерно-структурных показателей гнезд и их анализ показывает, что все гнезда – достаточно крупные постройки, диаметр купола 6 гнезд (№№ 3,4,5,6,7,8) превышает 1 метр, за исключением 2 гнезд – №№1 и 2. Если оценивать высоту купола без вала, то в среднем, высота купола находится в пределах 35–39 см, и только 3 гнезда (№№ 4,6,7) имеют высоту купола более 50 см.

Необходимо отметить следующую особенность: у всех гнезд, за исключением конусовидных №№ 2,4,6, купол небольшого размера, сферической формы, и, в сравнении с основанием, выглядит как надстройка. Такие купола характерны для восстановленных после разрушения гнезд. Особенно это заметно на гнездах №№ 5, и 8.

Также, особенностью изучаемых гнезд является размер вала: все гнезда имеют вал диаметром более 1,1 метра. Из 8 гнезд 3 гнезда имеют диаметр более 2,1 м., это гнезда № 2,5,6. Поскольку диаметр купола без вала значительно меньше, чем может быть для гнезд с достаточно крупным валом, можно предположить, что все изучаемые гнезда – достаточно старые постройки. Возможно, данные гнезда иногда разрушались медведями, затем восстанавливались муравьями.

Анализ размерных показателей позволяет выявить размерную структуру данного комплекса. Все гнезда можно отнести к 3 размерным классам, используя классовый интервал по диаметру купола 20 см. В изучаемом комплексе наиболее крупными являются гнёзда 4, 6, 7 и их можно отнести к V размерному классу; гнёзда 3, 5, 8, относятся к IV размерному классу; гнёзда 1 и 2 можно отнести к III размерному классу.

В изучаемом комплексе гнезд отсутствуют отводки и молодые гнезда, которые можно было бы отнести к I–II размерным классам.

Размерная структура изучаемого комплекса показана на Рис.10.

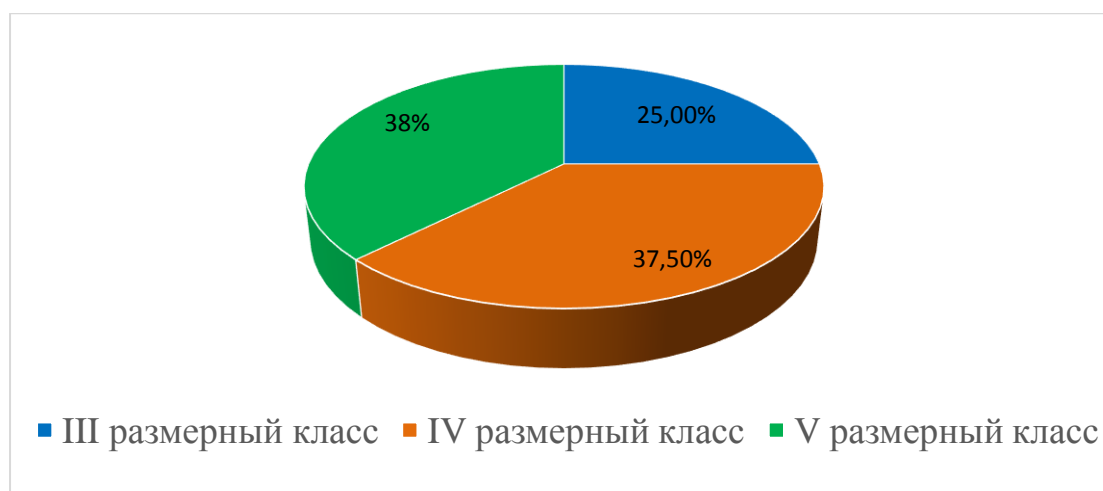


Рис.10. Размерная структура изучаемого комплекса (доля гнезд).

Важнейшими характеристиками для оценки потенциала гнезд муравьев и их комплексов являются Анализ габитуальных и размерных показателей купола муравейника, таких, как диаметр и высота собственно купола, объем купола и площадь основания купола, позволил определить мощность комплекса гнезд, и, в конечном счете определить, насколько данный комплекс обладает лесозащитным эффектом (Захаров, 2015). Габитус купола, его форма также определяют текущее состояние гнезда (там же).

Основные размерно-габитуальные показатели купола изучаемых гнезд представлены в таблице 3.

Таблица 3

Размерно-габитуальные показатели купола изучаемых гнезд.

№ гнезда	Диаметр купола d (м)	Высота купола, h (м)	Объем купола, V_d (м ³)	Площадь основания купола S , м ²	Форма купола
1	0,7	0,35	0,072	0,39	Сферическая
2	0,7	0,35	0,072	0,39	Конусовидная
3	1	0,35	0,15	0,79	Низкая полусфера
4	1,2	0,52	0,35	1,13	Конусовидная
5	1	0,34	0,15	0,79	Неоформленная
6	1,1	0,6	0,4	0,95	Конусовидная
7	1,2	0,53	0,35	1,13	Сферическая
8	1	0,39	0,19	0,79	Сферическая

В таблице хорошо видно, что соотношение диаметра и высоты купола хорошо отражаются в показателе объем купола: самые высокие купола

имеют больший объем, это гнезда №№ 4,6,7. Минимальный объем купола можно отметить у гнезд №№ 1 и 2, как было описано выше, эти гнезда имеют наименьший диаметр и высоту купола.

Изучаемые гнезда различаются по форме купола. Соотношение гнезд по форме купола показано на Рис.11. Преобладают гнезда сферической формы, это гнезда №№ 1,3,7,8, их доля составляет 50% от числа всех гнезд. Известно, что сферическая форма купола характерна для гнезд, прекративших, или прекращающих свой рост (Длусский, 1967; Захаров, 2002; Захаров, 2015).

Возможно, эти гнезда приостановили свой рост. Для ответа на вопрос, действительно эти гнезда (имеющие сферическую форму купола) замедлили и остановили свой рост, необходимо наблюдение в течение последующих 3 лет (Захаров, 2015).

Доля гнезд с конической формой купола (гнезда №№ 2,4,6) составляет 37,5%, Коническая форма купола – признак растущего гнезда (Длусский, Букин, 1986; Захаров, 2014). Учитывая значительные размеры этих гнезд, можно предполагать, что именно они могут поддерживать потенциал комплекса, не дать ему разрушиться.

Меньше всего гнезд с «неоформленным» куполом – 12,5 %, это гнездо № 5. Если отталкиваться от размеров данного гнезда, а, именно, диаметра, можно предположить, что когда-то купол у этого гнезда был значительно крупнее, в дальнейшем, возможно, произошло разрушение его под действием неизвестного нам фактора (это могут быть лесные звери, а также человек). Далее, муравьи восстановили утраченный купол.

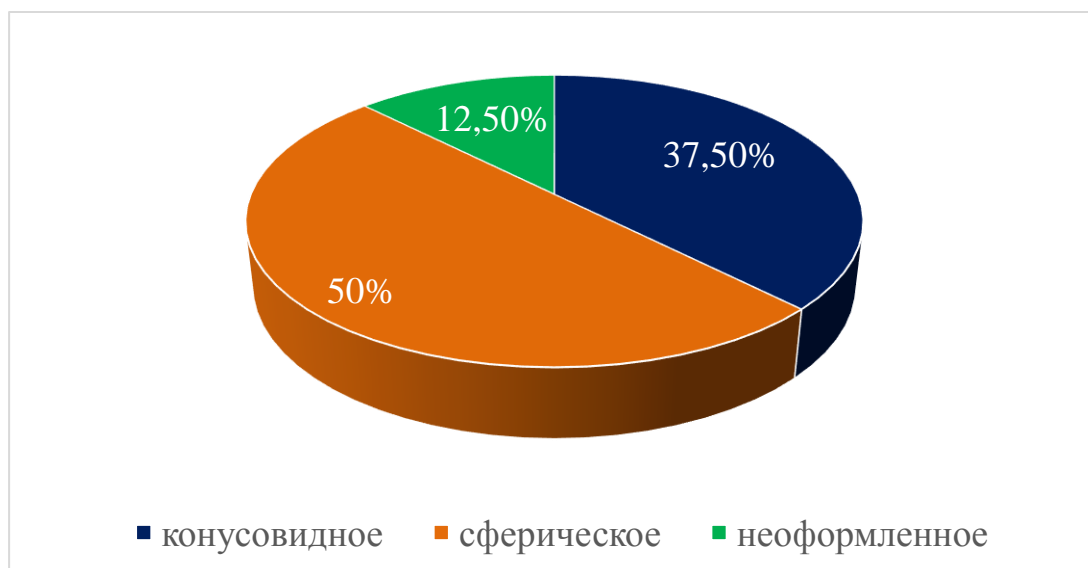


Рис. 11. Соотношение гнезд по форме купола.

Таким образом, как и показано у многих авторов (Дунаев, 1999; Захаров, 2014; Марков, 1989; Штучный, 2005), форма купола может отражать как текущее состояние гнезда, так и его возможную историю.

4.3. Оценка состояния купола изучаемых гнезд

Изучаемые нами гнезда были описаны и оценены по характеристикам, принятым для оценки состояния их купола (Захаров, 2015), – таблица 4.

Главными показателями, характеризующими текущее состояние купола гнезда, являются, качество строительного материала – хвои и степень зарастания купола травянистой или кустарниковой растительностью. Оба эти показателя в целом определяют, на какой стадии развития находится конкретное гнездо (Марков, 1989), и каков его потенциал для дальнейшего роста.

Таблица 4
Состояние купола изучаемых гнезд

№ гнезда	Объем купола гнезда, V (м ³)	Показатели купола гнезд	
		Качество хвои, (M)	Степень зарастания (Ky)
1	0,072	M_1	0
2	0,072	M_1	0,1
3	0,15	M_1	0,2
4	0,35	M_1	0
5	0,15	M_1	0,2
6	0,4	M_1	0
7	0,35	M_2	0,2–0,4
8	0,19	M_1	0

Качество покровного материал купола гнезда – хвои имеет диагностическое значение: свежая хвоя, имеющая явный запах смолы, указывает на активную строительную деятельность муравьев, что, в свою очередь, показывает, что гнездо здоровое и растущее (Марков, 1989).

Из 8 изучаемых гнезд только на семи гнездах была обнаружена свежая, пахнущая смолой хвоя, это 7 гнезд. По классификации хвои купола А.А. Захарова (Захаров, 2015), качество хвои на куполе этих гнезд можно отнести к категории M_1 . Только на одном гнезде, хвоя была бурой, залежалой, без запаха. Хвою такого качество можно отнести только к категории M_2 .

Таким образом, на большей части гнезд (87%) была свежая хвоя, и только 1 гнездо (13%) – было покрыто старой хвоей. Соотношение гнезд по качеству хвои показано на рис. 12.

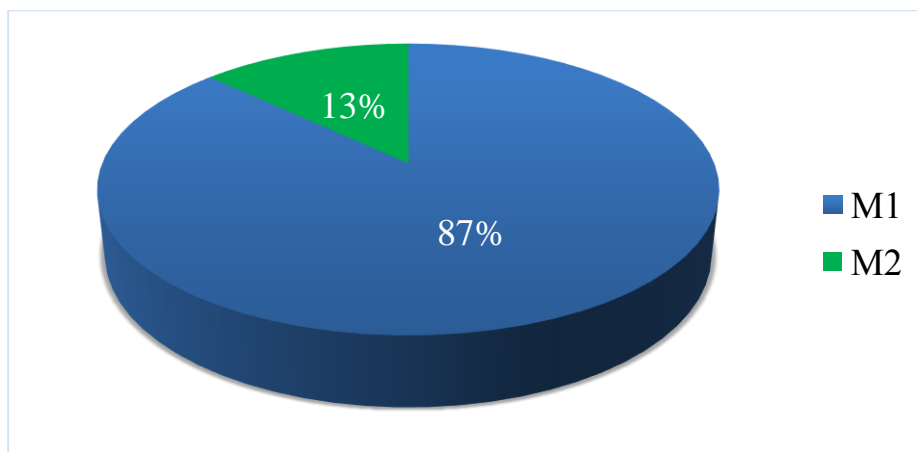


Рис.12. Соотношение гнезд по качеству хвои.

Заращение купола: лесными травами, молодым кустарником – важный показатель при оценке состояния гнезд. Неравномерность заращения купола определяется многими факторами, такими, как освещенность купола, возраст гнезда, степень заращения вала, чистота «двора» (Длусский, 1986; Захаров, 1991; Захаров, 2015). Но, как показывают исследования, ведущий фактор – активность гнезда в целом, что, в свою очередь, определяется численностью семьи (Марков, 1989; Захаров, 2015).

В нашем случае выявлена неравномерность заращения купола изучаемых гнезд. Соотношение гнезд по степени заращения купола показано на рис.13. Половина всех гнезд имеет купол, чистый от трав и кустарников (50%), это гнезда №№ 1,4,6,8. Сравнительно небольшое число гнезд (37%) имеет незначительное заращение в пределах 0,1–0,2 K_y , это гнезда №№ 2,3,5. Единственное гнездо, № 7, из всех гнезд имеет наибольший показатель $K_y = 0,2–0,4$.

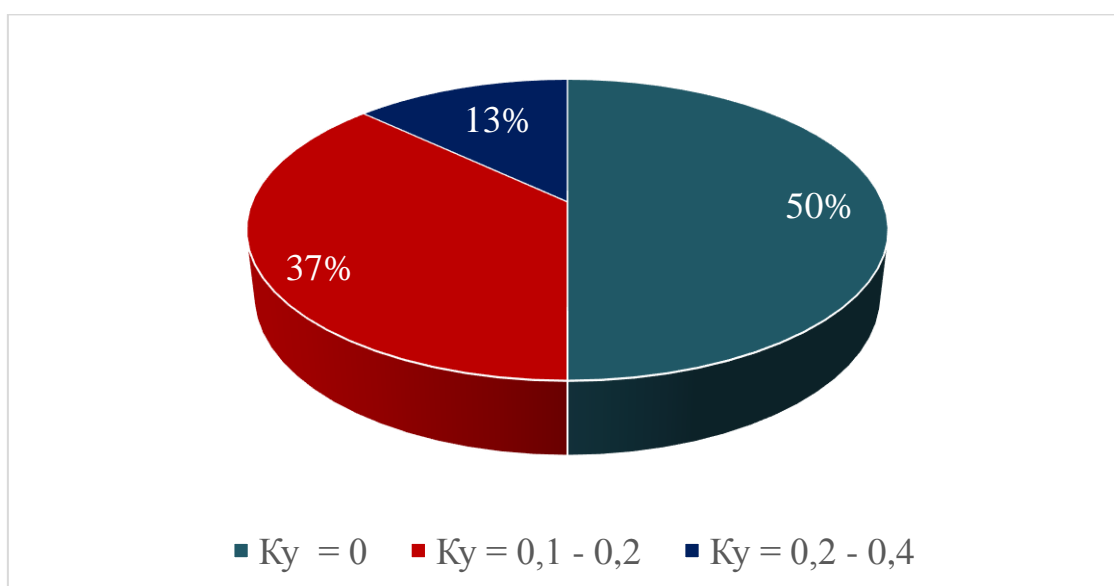


Рис.13. Соотношение гнезд по степени заращения купола (K_y).

Подытоживая, можно отметить ряд особенностей изучаемых нами гнезд.

Во-первых, установлено, что гнезда, имеющие достаточно большой гнездовой вал, имеют при это сравнительно невысокий купол. Особенно выделяются гнезда, имеющие сферическую форму. У данных гнезд небольшой купол контрастирует с достаточно большим валом. Можно предположить, что эти гнезда – достаточно старые постройки, которые имели когда-то достаточно крупный купол. Возможно, к моменту описания и измерения гнезд купола были восстановлены муравьями после поломок. Если учесть наличие свежей хвои и незначительное зарастание куполов, возможные поломки гнезд произошли в текущем году, весной.

Во-вторых, комплексные показатели купола, такие, как качество хвои, степень зарастания купола, а также метрические характеристики: объем купола и площадь основания купола, позволяют нам заключить, что данный комплекс гнезд нельзя отнести к низшим категориям состояния, таким, как *B*, *C*, и *D*.

Мы полагаем, что исследуемый нами комплекс находится на стадии стабилизации, в пользу этого можно привести следующие аргументы:

- все гнезда имеют сравнительно большие размеры, диаметр большинства гнезд значительно превышает минимально необходимый диаметр (70 см.) для устойчивого существования гнезда;
- показатели качества хвои соответствуют устойчивым, растущим гнездам;
- показатели зарастания купола не превышают критических значений, характерных для угасающих гнезд;
- такой показатель, как сумма площадей оснований куполов изучаемых гнезд – $\sum_s = 6,36 \text{ м}^2$ с учетом площади территории, где распложен комплекс ($S = 7\,500 \text{ м}^2$), позволяет заключить, что данный комплекс способен защищать территорию не менее 2 га (Длусский, 1967).

Выводы

1. В размерной структуре изучаемого комплекса можно выделить 3 размерных класса. Наиболее крупными являются гнёзда 4, 6, 7 с объёмом купола $0,35 \text{ м}^3$ – $0,4 \text{ м}^3$, и относятся к V размерному классу; гнёзда 3, 5, 8, имеют объём от $0,15 \text{ м}^3$ до $0,19 \text{ м}^3$, относятся к IV размерному классу, гнёзда 1 и 2 имеют объём купола $0,072 \text{ м}^3$, их можно отнести к III размерному классу.
2. По комплексным показателям состояния купола, таким, как: форма купола, степень зарастания купола, качество хвои купола изучаемый комплекс гнёзд северного лесного муравья на горе Каменка можно отнести к категории A_1 и характеризовать, как стабильный, имеющий потенциал для дальнейшего роста и развития.

Заключение

Полученный и обработанный материал позволил выявить особенности структуры поселений северного лесного муравья на горе Каменка. На основании проведенного анализа была выявлена размерная структура гнезд муравьев изучаемого вида, которая хорошо соотносится с комплексными показателями купола исследуемых гнезд.

Можно говорить о том, что изучаемый комплекс гнезд северного лесного муравья, имеет потенциал для дальнейших наблюдений и исследований. В дальнейшем предстоит выяснить, могут ли существующие гнезда давать отводки, по какому пути будет идти развитие комплекса.

Как было сказано выше, данная работа актуальна в силу новых инициатив со стороны представителя туристической индустрии, которые желали бы видеть гору Белая и ее окрестности развлекательным полигоном.

Мы планируем подготовить полную информацию о состоянии существующих гнездовых комплексах муравьев на прилежащих отрогах, в том числе горы Каменка, и предоставить собранные материалы в природоохранные организации.

Благодарности

Автор выражает благодарность:

– А.В. Гилеву, д.б.н., ст.н.с. Лаборатории экологии птиц и наземных беспозвоночных ИЭРиЖ УрО РАН за ценные рекомендации и указания по выполнению работы.

Список информационных источников

1. Длусский, Г.М. Муравьи рода *Formica* / Г.М. Длусский. – М., Наука, 1967. – 236с.
2. Длусский Г.М. Букин А.П. Знакомьтесь: муравьи! / Г.М. Длусский. – М., Агропромиздат, 1986. – 223с.
3. Дунаев, Е.А. Муравьи Подмосковья. Методы экологических исследований / Е.А. Дунаев. – М., МосГорСЮН, 1999. – 99с.
4. Захаров, А.А. Организация сообществ у муравьев / А.А. Захаров. – М., Наука, 1991 – 279 с.
5. Захаров, А.А. Муравьи в экологическом мониторинге / А.А. Захаров // Лесной вестник. – 2014. – №6. – С. 52–60.
6. Захаров, А.А. Рыжие лесные муравья и защита их гнезд огораживанием [текст] / А.А. Захаров. – М, ООО Накра-Принт. – 2002.– 16с.
7. Захаров, А.А. Рекомендации по искусственному расселению рыжих лесных муравьев / А.А. Захаров. – М., ЦБНТИ Гослесхоза СССР. – 1974. – 72с.
8. Мониторинг муравьев *Formica*/ А.А Захаров [и др.]; под ред. А.А, Захарова. – М.: КМК, – 2013. – 99с.
9. Захаров А.А. Использование параметров гнезда рыжих лесных муравьев в мониторинге муравейников/ Захаров А.А., Захаров Р.А., Федосеева Е.Б. // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – 2015. т 26. – №1. – С. 68–90.
10. Захаров А.А. Муравьи лесных сообществ, их жизнь и роль лесу. М.: Товарищество научных изданий КМК. – 2015. – 404 с.
11. Маавара В.Ю. Определение объема гнезд у рыжих лесных муравьев / В.Ю. Маавара // Материалы IX Всес. симп. Муравьи и защита леса. – М., 1991. – С 11–14.
12. Марков В.А. Мирмекологический мониторинг – метод индикации состояния лесных экосистем / В.А. Марков // Материалы IX Всеросс. Симп. Муравьи и защита леса. – М.:1998– С 89–90.
13. Малоземова, Л.А. Муравьи как энтомофаги горно-таежных лесов Среднего Урала. / Л.А. Малоземова // Биологическая и интегрированная защита леса. Тез. докладов международного симпозиума. – Пушкино, – 1998. –65с.
14. Штучный, Н.А. Диагностика состояния комплексов *Formica aquilonia* Yarrow на севере Московской области. / Н.А. Штучный // Материалы XII всероссийского мирмекологического форума. Муравьи и защита леса. - Новосибирск, – 2005. –309 с.

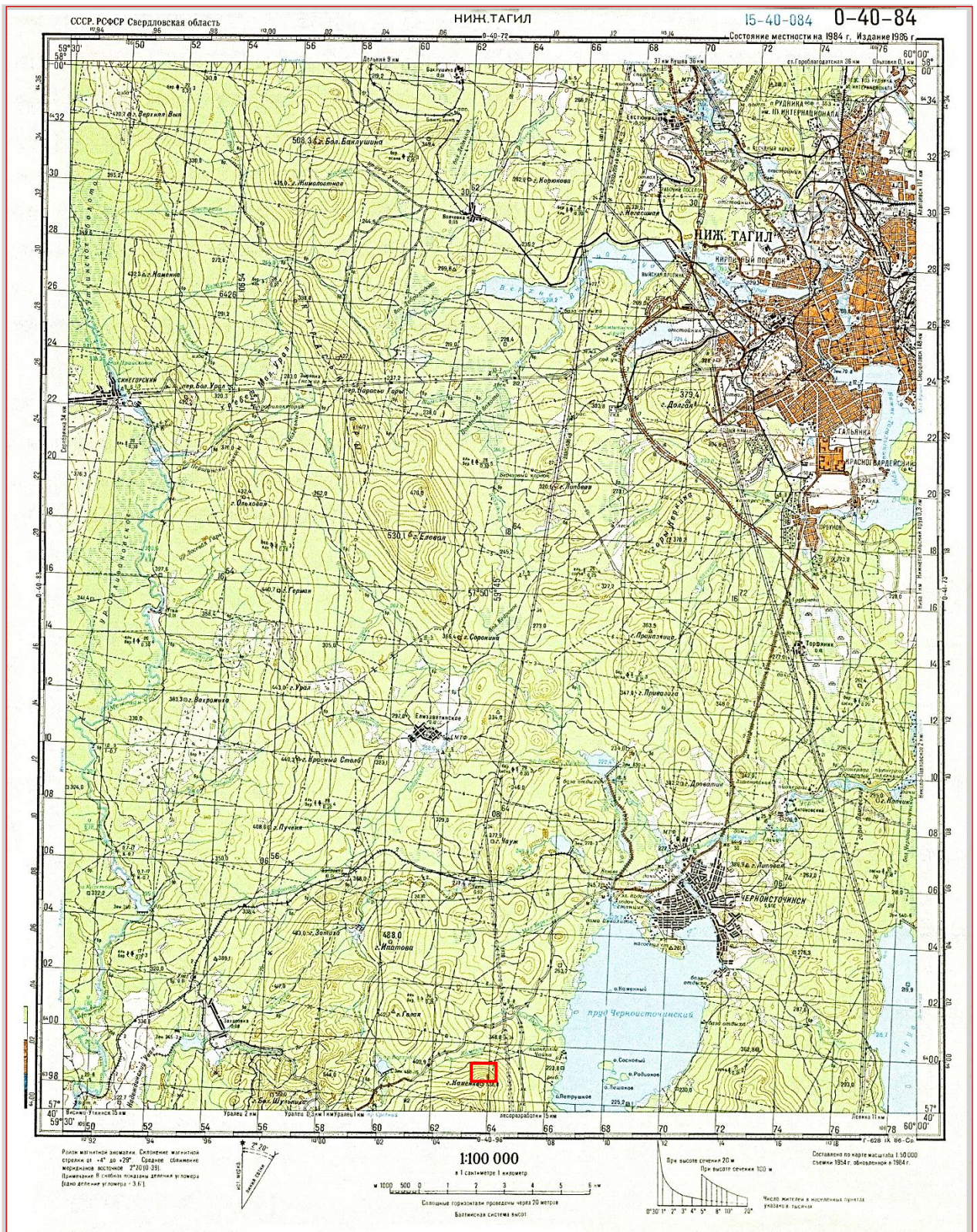


Рис.1. Карта-схема района исследований
(красным квадратом обозначен учетный участок).

Форма 4

ВЕДОМОСТЬ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ
МУРАВЕЙНИКОВ

Комплекс № _____ Учет полный. Фрагмент комплекса № _____

Вид муравьев _____

Ближайший населенный пункт _____

Координаты _____

Элемент ландшафта _____

(плакор, склон, терраса, пойма)

Лес _____

(состав, возраст, полнота, тип леса, естественный лес или культуры)

Сроки инвентаризации _____ 20 ____ г.

№ гнезд	d, см	D, см	h, см	H, см	Форма купола	Число колонн n_c	Повреждения	Зарастание	$S_o, м^2$
1									
2									
3									
Всего:		гнезд (N)			Площадь, контролируемая комплексом (F, га)				
		Колонн ($\sum n_c$)			Плотность поселения ($\sum S_o/F, м^2/га$)				
		Мощность ($\sum S_o, м^2$)			Доля поврежденных муравейников				

Замечания, дополнения _____

Фамилия, имя отчество учетчика _____

Место работы, учебы или профессия _____

Адрес для связи _____

E-mail _____ Мобильный телефон _____

Дата заполнения (отправления) карточки _____

Дата регистрации _____ № _____

Приложение 3.

Таблица 1.

Показатели изучаемых гнезд – полевые данные

№ гнезда	Высота с валом (см.)	Высота без вала (см.)	Диаметр с валом (см.)	Диаметр без вала (см.)	Количество троп	Количество троп к деревьям	Дерево – резидент	Гнездовой материал	Запах смолы	Степень зарастания купола (Ку)
1	59	35	115	70	3	1 1 1	береза береза липа	веточки, хвоя	свежий	0
2	70	35	210	70	2	1 1	осина липа	веточки, хвоя	свежий	0,1
3	59	35	164	100	7	1 1 1 1 1 1 1	береза береза береза ель липа липа липа	свежая хвоя	свежий, выраженный	0,2

продолжение таблицы 1

4	75	52	160	120	6	1 1 1 1 1 1	липа ель ель липа липа липа	свежая хвоя	свежий, выраженный	0
5	59	34	220	100	2	1 1	ель береза	свежая хвоя	свежий, выраженный	0,2
6	91	60	280	110	8	1 1 1 1 1 1 1	ель ель липа липа липа липа осина	свежая хвоя, веточки	свежий,	0
7	73	53	166	120	3	1 1 1	пихта береза ель	веточки	слабый	0,2–0,4
8	57	39	160	100	4	1 1 1	пихта липа пихта	веточки, хвоя	свежий	0



Рис.2. Стадии и степень зарастания (K_y) муравейника растительностью. (по Захарову А. А., 1991).

Приложение 5.

Таблица 2.
Определение площади основания купола муравейника (S , м²) по диаметру
окружности его основания (d , м) (по Захарову и др., 1987 г)

d	S	d	S	d	S	d	S
0,25	0,04	0,80	0,52	1,35	1,43	1,90	2,83
0,30	0,07	0,85	0,58	1,40	1,54	1,95	2,98
0,35	0,10	0,90	0,64	1,45	1,65	2,00	3,14
0,40	0,13	0,95	0,71	1,50	1,77	2,05	3,30
0,45	0,17	1,00	0,79	1,55	1,89	2,10	3,46
0,50	0,20	1,05	0,86	1,60	2,01	2,15	3,63
0,55	0,24	1,10	0,95	1,65	2,14	2,20	3,80
0,60	0,28	1,15	1,04	1,70	2,27	2,25	3,97
0,65	0,33	1,20	1,13	1,75	2,40	2,30	4,15
0,70	0,39	1,25	1,23	1,80	2,54	2,35	4,33
0,75	0,46	1,30	1,33	1,85	2,68	2,40	4,52

Таблица 3.
 Определение объема гнезд (м³) с круглым основанием
 (по Захарову и др., 1987 г)

Диаметр (м)	Высота купола (м)										
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,25	1,50
0,2	0,007										
0,3	0,011	0,024									
0,4	0,017	0,033	0,059								
0,5	0,024	0,044	0,073	0,11							
0,6	0,032	0,057	0,090	0,14	0,20						
0,7	0,033	0,072	0,11	0,16	0,23	0,31					
0,8	0,054	0,090	0,13	0,19	0,26	0,36					
0,9	0,068	0,11	0,16	0,22	0,30	0,40	0,52				
1,0	0,083	0,13	0,19	0,26	0,35	0,45	0,58				
1,1	0,099	0,16	0,22	0,30	0,40	0,51	0,65				
1,2	0,12	0,18	0,26	0,35	0,45	0,58	0,72	0,89			
1,3	0,14	0,21	0,30	0,40	0,51	0,64	0,80	1,00	1,19		
1,4	0,16	0,25	0,33	0,45	0,57	0,71	0,88	1,08	1,29		
1,5	0,18	0,28	0,38	0,51	0,64	0,80	0,97	1,18	1,41	2,13	
1,8	0,24	0,37	0,51	0,67	0,83	1,02	1,23	1,46	1,73	2,53	3,57
2,0	0,32	0,49	0,66	0,85	1,06	1,28	1,52	1,80	2,09	2,99	4,12
2,5	0,49	0,75	1,01	1,29	1,59	1,90	2,23	2,59	2,98	4,09	4,45