

Научно-исследовательская работа

Краеведение

АНАЛИЗ КОМПЛЕКСОВ ГНЁЗД
РЫЖИХ ЛЕСНЫХ МУРАВЬЁВ В ЛЕСОНАСАЖДЕНИЯХ
КРАПИВЕНСКОГО УЧАСТКОВОГО ЛЕСНИЧЕСТВА

Выполнил:

Шубукин Артем Романович,
учащийся 8 класса, член НОУ «Поиск»
и школьного лесничества «Тульская дубрава»
МБОУ «Пришненская средняя школа № 27»
Щекинского района Тульской области

Руководитель:

Ихер Татьяна Петровна,
учитель биологии и экологии,
руководитель НОУ «Поиск»
и школьного лесничества «Тульская дубрава»
МБОУ «Пришненская средняя школа № 27»
Щекинского района Тульской области,
Почетный работник общего образования РФ,
советник Российской Академии Естествознания

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение	3
Цель и задачи исследования	5
Место и сроки проведения исследования	5
Методика исследования.....	6
Результаты исследования и их обсуждение	8
1. Эколого-биологическая характеристика объектов исследования	8
2. Изучение строения муравьиного гнезда	10
3. Рекогносцировочное обследование лесонасаждений и закладка пробных площадей с описанием ярусов леса	11
4. Изучение структуры комплексов муравейников	13
5. Измерение и расчет параметров муравьиных гнёзд	15
6. Оценка влияния экологических факторов на состояние комплексов муравьиных гнёзд	17
Выводы	18
Заключение	19
Список использованной литературы	20
Приложение 1. Результаты учёта, измерений и вычислений параметров муравьиных гнёзд на пробных площадях в лесонасаждениях Крапивинского участкового лесничества	22
Приложение 2. Результаты изучения структуры комплексов муравьиных гнёзд на пробных площадях лесонасаждений	24
Приложение 3. Результаты измерения параметров муравьиных гнёзд (высота купола)	25
Приложение 4. Результаты измерения параметров муравьиных гнёзд (диаметр основания купола)	26
Приложение 5. Результаты измерения параметров муравьиных гнёзд (площадь основания купола)	27
Приложение 6. Результаты измерения параметров муравьиных гнёзд (объём муравейника)	28
Фотоприложение	29

ВВЕДЕНИЕ

Лес – это совокупность почвы, древесной, кустарниковой и травяной растительности, животных, микроорганизмов и других компонентов природной среды, биологически взаимосвязанных и влияющих друг на друга в своем развитии [15, 21]. Леса образуют на нашей планете самые крупные экосистемы. Леса России благодаря обширности их распространения называют зелеными легкими Европы. Наша страна является мировым лидером в отношении бореальных лесов, произрастающих на ее территории, и тем самым одним из крупнейших владельцев углеродного пула северного полушария планеты [3, 22].

Один из основоположников науки о лесе, выдающийся натуралист и лесовод Г.Ф. Морозов настоятельно напоминал: «Жизнь животных в лесу тесно спаяна со свойствами леса, представляет собой приспособление к среде леса, находится как в зависимости от леса, с одной стороны, так, с другой стороны, влияет на жизнь леса... Лес есть не только общежитие древесных растений, он представляет собою общежитие более высокого порядка: в нем не только растения приспособлены друг к другу, но и животные к растениям и растения к животным, все это взаимно приспособлено друг у другу... Это в лесу в тесной связи с внешними географическим условиями создает свой порядок, свою гармонию, свою устойчивость и то подвижное равновесие, какое мы всюду наблюдаем в живой природе, пока не вмешается человек» [14].

Комплексы гнезд рыжих лесных муравьев являются важным компонентом лесных экосистем. Рыжие лесные муравьи (группа *Formica rufa*, род *Formica*, семейство *Formicidae*) играют важную положительную роль в жизни леса: эффективно защищают лес от многих опасных хвое- и листогрызущих вредителей; обеспечивают увеличение численности других лесных этномофагов, а также певчих птиц и боровой дичи; являются активными почвообразователями; способствуют расселению многих видов растений; муравьиные гнезда нередко служат местами зимних ночевок кабанов или «санитарными ванными» для птиц, «купаясь» в которых они очищают оперение от паразитов [4-6, 18, 23]. Совокупный эффект от обитания рыжих лесных муравьев выражается в увеличении продуктивности лесов и росте их биологической устойчивости, сохранении биологического разнообразия. Это

важно, учитывая внедрение интегрированных, биологических и комплексно-очаговых методов в практику проведения мероприятий по защите леса [18].

Человек своими бесхозяйственными и неразумными действиями способен подчас причинить природе большой вред. Но человек же, вдумчиво регулируя свое вторжение в ход природных процессов, может полностью избавиться от нежелательных последствий своего вмешательства [1, 3]. Успешное использование объектов дикой природы всегда связано с их охраной, особенно если нужно обеспечить высокий уровень численности объекта в зонах интенсивной хозяйственной деятельности. Именно так стоит задача при использовании муравьев, поскольку существенную роль в жизни леса они могут играть только там, где их много. При этом в охране и действенной правовой защите нуждаются не только собственно гнезда муравьев (муравейники), но и населенные ими участки леса как среда их обитания [21, 22]. Благополучие леса во многом зависит от степени зрелости комплексов, поэтому организация изучения комплексов гнезд рыжих лесных муравьев силами школьников под руководством опытных педагогов-наставников исключительно актуальна.

В Тульской области разработан и успешно реализуется долгосрочный эколого-образовательный исследовательский и природоохранный проект «Подружись с памятником природы», основной целью которого явилось создание сети школьного экологического мониторинга особо охраняемых природных территорий и уникальных природных комплексов, в том числе лесов для привлечения внимания учащихся к актуальным проблемам сохранения биологического разнообразия в регионе [9]. Начиная с 2012 года, члены научного общества учащихся «Поиск» и школьного лесничества «Тульская дубрава» Пришненской средней школы № 27 ежегодно принимали участие в реализации указанного эколого-образовательного проекта, изучая уникальные природные комплексы в пределах Щекинского района, проводя ревизию видового разнообразия местной флоры и фауны, а также изучение и оценку экологического состояния лесонасаждений Большой засечной черты.

Настоящая научно-исследовательская работа подготовлена по результатам обследования комплексов муравьиных гнёзд на территории лесонасаждений Крапивенского участкового лесничества, расположенного на территории Щекинского района Тульской области.

Гипотеза исследования – муравьи оказывают существенное влияние на лесные экосистемы: количество муравьиных гнёзд на определенной площади леса зависит от общего санитарно-экологического состояния лесонасаждений и, наоборот, от количества и степени развития муравьиных гнезд на территории лесонасаждения зависит состояние всех ярусов леса.

Предмет исследования: изучение и анализ степени развития и благополучия муравейников в лесонасаждениях Крапивенского участкового лесничества.

Объекты исследования – комплексы гнёзд рыжих лесных муравьёв (*Firmica rufa*) в пределах лесных кварталов Крапивенского участкового лесничества (Крапивенской дачи), относящегося к ГУ ТО «Плавское лесничество».

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель исследования – изучить степень развития и благополучия комплексов гнёзд рыжих лесных муравьёв в лесонасаждениях Крапивенского участкового лесничества, расположенных вблизи д. Орлово Щекинского района Тульской области, и выявить влияние природных и антропогенных факторов на состояние муравейников.

Цель достигалась путем решения следующих **задач:** познакомиться с методикой изучения комплексов муравейников; изучить строение муравьиного гнезда (на примере модельного муравейника); провести рекогносцировочное обследование лесных сообществ на пробных площадях леса, заложенных в лесонасаждениях Крапивенского участкового лесничества; провести инвентаризацию муравьиных гнёзд на изучаемых пробных площадях леса и установить структуру комплексов муравейников; выполнить учёт количества муравьиных троп на каждой пробной площади леса, выяснить их назначение, установить наличие связи между муравейниками; измерить и вычислить параметры муравьиных гнёзд на изучаемых пробных площадях леса и провести их сравнительный анализ; выявить влияние природных и антропогенных факторов на состояние комплексов муравейников.

МЕСТО И СРОКИ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Место проведения исследования. Наши исследования проводились в лесонасаждениях Крапивенского участкового лесничества, находящихся вблизи с. Крапивна и д. Орлово (Щекинский район, Тульская область).

Крапивенское участковое лесничество, являющееся структурной частью Плавского лесничества, состоит из двух лесных дач (бывших лесничеств): Крапивенской лесной дачи площадью 4023 га (кварталы № № 1–124 и 238–246) и Ярцевской лесной дачи площадью 3099 га (кварталы №№ 1–62, 64–81 и 147–165). Наши исследования проводились в лесонасаждениях кварталов №№ 107, 109 и 112, расположенных вблизи автодороги Орлово – Никольское и лесной дороги, пересекающей ряд лесных кварталов вблизи д. Орлово.



Рис. 1. Фрагмент карты Тульской области с указанием местоположения Крапивенского участкового лесничества в границах Тульских заповедников (масштаб 1: 200000)



Рис. 2. Обзорная карта места проведения исследования с указанием лесных кварталов (масштаб 1:100000)

Сроки проведения исследования. Экспедиционно-полевые

исследования с последующей первичной камеральной обработкой выполнялись в течение июня – августа 2019 и 2020 гг. В полевых и камеральных работах по изучению растительного покрова лесонасаждений Крапивенского участкового лесничества с последующей ревизией муравьиных гнёзд на пробных площадях леса активно участвовали члены НОУ «Поиск», в том числе и я, поскольку тема исследования вызвала у меня большой интерес. В период с августа по ноябрь 2020 года результаты экспедиционно-полевых и камеральных работ, выполненных в течение двух полевых сезонов, были систематизированы, обобщены и проанализированы в рамках занятий НОУ «Поиск» либо индивидуально, что позволило подготовить и оформить данную научно-исследовательскую работу.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Знакомство с методикой изучения строения муравьиных гнёзд и комплексов муравейников, расположенных в лесу, проводилось с использованием ряда учебно-методических пособий и практических

руководств, применяющихся в практике учебно-исследовательской деятельности со школьниками [4-7, 10, 17, 19-20, 23]. Был составлен следующий алгоритм проведения исследования,

1. Изучение строения муравьиного гнезда проводилось методом наблюдения за муравьями и конструкцией их гнезда с измерением высоты и диаметра купола муравейника с помощью измерительной рулетки (в м) [10, 19, 23].

2. Маршрутное рекогносцировочное обследование лесонасаждений в ряде кварталов Крапивинского участкового лесничества для выявления участков леса, занятых муравейниками [10, 23].

3. Закладка пробных площадей (ПП) размером 100 x 100 м в выбранных типичных лесонасаждениях с установлением границ колышками, между которыми натягивался толстый шнур, с последующим геоботаническим описанием видового состава лесного сообщества по ярусам леса при использовании определителей растений (для школьников или более высокого уровня) [8, 9, 12]. При этом пробная площадь должна быть легко доступна для проведения наблюдений, не слишком удалена от лагеря и должна охватывать комплекс муравьиных гнёзд целиком, поэтому необходимо выбирать участки леса, имеющие естественные, непреодолимые для муравьёв границы [10, 23].

4. Проведение учёта (инвентаризации) муравьиных гнёзд на пробных площадях и составление схем расположения муравейников. За основу бралась карта-схема лесонасаждений в масштабе 1:2000 (в 1 см 20 м) или еще крупнее. На схему наносились все гнёзда комплексов с указанием номера каждого муравейника. Расстояния измерялись рулеткой [10, 19, 23]. Направления определялись по компасу. На схеме обозначались дороги, тропинки, водные объекты и другие хорошо заметные ориентиры.

4. Маркировка и измерение параметров муравьиных гнёзд. Все гнёзда маркировались табличками с номерами, которые прикреплялись на ближайшие к гнезду деревья [19, 20, 23]. Для каждого гнезда измерялись высота (H) и диаметр (D) купола по сантиметровой шкале с помощью рулетки (в м). Все данные измерений заносились в инвентаризационную ведомость.

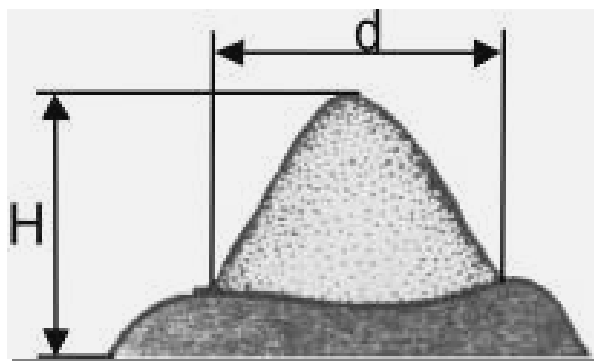


Рис. 3. Схема строения муравьиного гнезда

5. Вычисление параметров муравейников. На основании данных по высоте и диаметру купола гнезда с помощью специальных таблиц рассчитывались площадь основания муравейника (S , м²) и его объём (V , м³) [8, 10].

6. Плотность поселения муравьёв в изучаемом лесонасаждении – рассчитывалась для каждой изучаемой пробной площади леса по формуле $F = \Sigma S / Sk$ (м²/га), где ΣS – сумма площадей оснований куполов всех муравьиных гнезд в комплексе (в м²); Sk – площадь, занимаемая комплексом муравейников (в га) [17, 23].

7. Выявление влияния природных и антропогенных факторов на состояние комплексов муравейников. Для этого проводился сопоставительный анализ пробных площадей лесонасаждений по видовому составу и возрасту древостоя, сомкнутости крон деревьев, густоте подлеска и подроста, степени увлажнения почвенного покрова, эколого-санитарному состоянию леса на изучаемой пробной площади, наличию и густоте лесных дорог и тропинок, а также установленным параметрам муравьиных гнёзд [1, 9, 10, 23].

8. Для более наглядного отражения результатов проведенного изучения комплексов муравейников использовались фотосъемка и различные методы визуализации: составлены карты-схемы, таблицы, гистограммы и пр.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Эколого-биологическая характеристика объектов исследования

Муравьи – общественные насекомые отряда перепончатокрылых, живущие большими семьями, которые насчитывают иногда несколько миллионов особей. Основную массу муравьиных поселений составляют так называемые *рабочие муравьи* – это бесплодные самки с недоразвитыми крыльями. Раз в году в муравейниках появляются *крылатые самцы* и *самки*.

После брачного лёта самцы погибают, а оплодотворенные самки сбрасывают крылья и вскоре приступают к кладке яиц. В течение года почти всё население муравейника обновляется, таким образом, в среднем рабочий муравей живет около года, в то время как самки могут достигать двадцатилетнего возраста [7].

Рыжий лесной муравей (*Formica rufa* L.) обитает, как правило, в хвойных, смешанных и лиственных лесах возрастом свыше 40 лет. Данного представителя перепончатокрылых насекомых можно встретить на открытых, хорошо проветриваемых полянах и опушках леса [6, 7, 15, 20].

Одним из главных факторов, влияющих на биотопическое распределение муравьев, является характер растительности. Познание характера распределения видов муравьев, анализ структуры комплексов их поселений имеет важное практическое значение, поскольку является основой для выбора правильных путей в искусственном расселении этих насекомых [3, 6, 10]. Рыжие лесные муравьи – общественные насекомые, играющие большую роль в жизни леса. Они устраивают характерные гнезда с куполом из растительных остатков – *муравейники*. Гнезда муравьев одного вида, имеющие общее происхождение и единую территорию, образуют комплексы гнезд.

Комплекс муравейников – это компактно расположенная группа гнезд, не разделенных не преодолимыми для муравьев преградами (реками, ручьями, оживленными асфальтовыми дорогами, безлесными разрывами шириной более 30 м). Обычно комплексом можно считать группу муравейников при их количестве 7 – 8 на гектар, если в такой группе имеются гнезда разных размеров, в том числе гнезда с диаметром купола более 1,2 м и высотой более 0,7 м. Группа крупных гнёзд всегда образует один комплекс.



Рис. 4 – 5. Гнёзда рыжего лесного муравья в изучаемых лесонасаждениях

Границы комплексов не обязательно совпадают с границами выдела или квартала леса [6, 7, 23]. В одном квартале может быть несколько комплексов, если между группировками гнёзд существует пространственный разрыв более 100 м. В некоторых случаях все муравейники одного квартала или даже небольшого лесного массива представляют единый комплекс, что хорошо видно при нанесении гнёзд на схему. Отдельно расположенные муравейники, каких бы размеров они ни были, не следует рассматривать как комплексы [10, 23].

Способность муравейников к саморазвитию, почкованию семей и самостоятельному расселению по лесу позволяет проводить колонизацию лесных сообществ с минимальными затратами, обеспечивая их сохранность и благополучие в течение многих лет [17, 18].

В течение последних двух-трёх десятков лет основные факторы снижения численности рыжих лесных муравьёв в лесах России [7]. В результате совокупного действия ряда негативных факторов численность муравейников в российских лесах постепенно сокращается, многие комплексы муравейников погибают, а значительная часть сохранившихся – постепенно деградирует.

2. Изучение строения муравьиного гнезда

Известно, что гнездо рыжих лесных муравьёв состоит из следующих основных частей [4-7, 18]: *наземного купола*, включающего внутренний конус и покровный слой; *подземной части*, включающей системы ходов и камер; *гнездового вала*. Как показали результаты нашего исследования заброшенных муравейников в совокупности с литературными данными, рыжие лесные муравьи, как правило, сооружают *наземный купол* из растительных материалов, скрепленных почвой и смолой. Купол муравейника имеет две выраженные части: *покровный слой* и *внутренний конус*.

Нашими наблюдениями установлено, что муравьи изменяют пропорции и общую форму своего гнезда, приспособлявая ее к гигротермическим условиям биотопа и режиму освещенности. На открытых местах гнездо более плоское, в тенистых – с высоким куполом. В оптимальных для рыжих лесных муравьёв условиях внутренний конус купола расположен на уровне поверхности почвенного покрова, в сырых местах – приподнят над ним, в сухих – частично либо полностью погружен в почву. Соответственно с этим меняются общий профиль гнезда, соотношение его параметров, ширина гнездового вала.

Для получения представлений о конструкции муравьиных гнёзд в качестве модели был детально обследован действующий высокий объемный муравейник, одиноко возвышающийся на большой лесной поляне в квартале № 113 Крапивенского участкового лесничества (см. рис. 6).

Изучением строения указанного муравейника, установлено, что гнездо имеет широкий внешний вал, сложенным из вынесенной на поверхность суглинистой почвы с примесью сухих еловых игл, веточек, чешуек шишек, кусочков сухих растений. Примечательно, что примерно в метре от гнезда растет высокая ель с усыхающими скелетными ветвями в нижней части кроны. Основание и частично купол муравейника проросли лесными травами.



Рис. 6. Модельный муравейник

Результаты измерений и вычислений параметров действующего (модельного) муравейника оказались такими:

- высота купола – 1,25 м;
- диаметр основания купола – 2,05 м;
- ширина вала – 0,25 м;
- объем гнезда - 3,95 м³;
- площадь основания купола – 2,97 м².

3. Рекогносцировочное обследование лесонасаждений и закладка пробных площадей с описанием ярусов леса

Объектами нашего исследования являлись муравьиные гнезда, расположенные в кварталах №№ 107, 109 и 112 лесонасаждений Крапивенского участкового лесничества, расположенных вблизи д. Орлово и автодороги Орлово – Никольское в пределах северо-восточной части Щекинского района Тульской области.

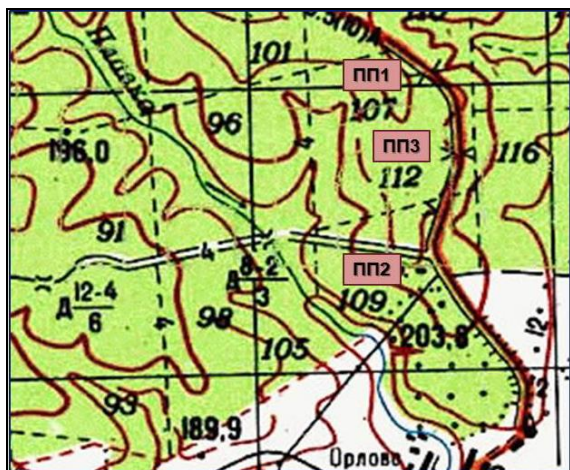


Рис. 7 – 8. Местоположение пробных площадей (на схеме слева) и породный состав лесонасаждений (на схеме справа) в кварталах Крапивенского участкового лесничества

При маршрутном рекогносцировочном обследовании лесонасаждений выделено три наиболее типичных участка леса, расположенных в указанных кварталах, имеющих то или иное количество муравейников. На данных участках лесонасаждений были заложены пробные площади (ПП) размером 100 x 100 м. Некоторые физико-географические, почвенно-биологические и геоботанические особенности пробных площадей приведены ниже.

Пробная площадь 1 (ПП1) расположена слева от автодороги Орлово – Никольское, в лесном квартале № 107, на слабо всхолмленном участке Крапивенского участкового лесничества. Почвы дерново-подзолистые легкосуглинистые. Древостой состоит преимущественно из ясеня обыкновенного. Содоминанты древесного яруса – липа мелколистная, дуб черешчатый, береза бородавчатая с участием единичных экземпляров клена остролистного, осины, ели. Средняя высота деревьев – 21–25 м, средний диаметр стволов – 18–20 см. Сомкнутость крон древостоя составляет 0,4–0,5.

Формула состава древостоя: 6Яс2Л1Д1Б1 + Кл, Ос, Е, Ол.чер., Ч, Р

Травяной ярус образован кислицей обыкновенной, ландышем майским, папоротниками, осоками, пролесником многолетним и другими лесными травами. Общее проективное покрытие травами не превышает 40–50%. Моховой покров отличается ажурностью (проективное покрытие не более 30–35%) и состоит из зеленых мхов, на сильно увлажненных участках образующих плотные подушки.

Данная пробная площадь лесонасаждений характеризуется *относительно удовлетворительным эколого-санитарным состоянием.*

Пробная площадь 2 (ПП2) заложена в квартале № 109, находящемся на расстоянии 1,0–1,5 км от д. Орлово. Южная граница квартала примыкает к деревенским усадьбам. Рельеф характеризуется как слабо пологий левый склон долины речки Плавки. Почвы серые лесные средне-суглинистые, местами перегнойно-подзолистые и болотные. Данная территория избыточно увлажнена, о чём свидетельствует обильно разросшаяся флора гелофитов. В древостое доминирует дуб черешчатый с участием липы, клена, березы. Единично встречены старовозрастные сосна, ель, вяз гладкий, осина. Высота

деревьев 25–30 м, средний диаметр стволов – 16–23 м. Сомкнутость крон древостоя – 0,6–0,7.

Формула состава древостоя: 7Д1Л1Кл1Б + С, Е, В, Ос, Ол.чер., Чер.

В ажурном травяном ярусе преобладают копытень, сныть, ландыш, папоротники, осоки, земляника лесная и др. травы. На более увлажненных участках появляются таволга вязолистная, лютики, камыш лесной. Встречены сорные травы: крапива двудомная, лопух паутинистый, мать-и-мачеха, подорожник большой и пр. Общее проективное покрытие травами составляет 60–70%. Моховой покров образован довольно редкими подушками зеленого мха рода кукушкин лён; общее проективное покрытие не превышает 15–20%.

Эколого-санитарное состояние лесонасаждений неудовлетворительное, поскольку вдоль лесных тропинок имеются стихийные свалки бытового мусора; на полянах обнаружены кострища, разбросанные стволы поваленных деревьев и пеньки, свидетельствующие о присутствии «диких» туристов.

Пробная площадь 3 (ППЗ) расположена справа от автодороги за небольшим лесным прудом, практически напротив ПП1. Рельеф характеризуется как террасированный очень пологий склон с лощинами. Почвы дерново-подзолистые легкосуглинистые либо супесчаные. На участках леса с избыточным увлажнением почв наблюдается обильное разрастание болотной флоры. В древостое преобладает дуб с небольшим участием ясен, липы и клена. В древостое встречены единичные экземпляры березы, ели, осины и более низкорослые деревья: черемуха, рябина, ива козья. Средняя высота деревьев 25–30 м, средний диаметр стволов 18–21 м. Сомкнутость крон древостоя – 0,45–0,50.

Формула состава древостоя: 6Д2Яс1Л1Кл + ед. Б, Е, Ос, Чер, Р.

Травяной покров образован типичным лесным разнотравьем, общее проективное покрытие которого составляет 60–70%. Моховой ярус отличается ажурностью: проективное покрытие около 25% и состоит из зеленых мхов.

Эколого-санитарное состояние данного участка лесонасаждений характеризуется как *относительно удовлетворительное*, поскольку в древесном ярусе отмечено небольшое количество сухостоя и редкий крупномерный валеж.

4. Изучение структуры комплексов муравейников

При обследовании пробных площадей учтено всего 34 муравьиных гнезда, которые пронумерованы. Результаты обследования каждой пробной площади обобщены и занесены в табл. 1 и приложения 1–2.

Таблица 1

Результаты изучения комплексов муравьиных гнёзд на пробных площадях лесонасаждений Крапивенского участкового лесничества

Номер ПП	Общее кол-во муравьиных гнёзд	В том числе:				Общее кол-во муравьиных троп	В том числе:		Длина тропы, м		Ширина тропы, м	
		одиночных	колоний	строющихся	заброшенных		кормовых	обменных	min	max	min	max
ПП1	15	2	10	2	1	60	32	28	1,5	28,0	0,10	0,30
ПП2	7	1	5	0	1	29	19	10	1,0	45,0	0,15	0,20
ПП3	12	2	9	1	0	52	29	23	1,0	63,0	0,05	0,35

Данные учета муравейников свидетельствуют о том, что на ПП1 муравейников в 1,7 раза меньше, чем на ПП3 и в 2 раза меньше, чем на ПП2. На ПП2 и ПП3 одиночных гнёзд по два, колониальных соответственно 10 и 9; на указанных пробных площадях обнаружены строящиеся муравейники. При этом одиночные муравьиные семьи в изучаемых комплексах весьма редки (не более 1 – 2 муравейников), столько же заброшенных и строящихся муравейников. Анализ данных таблицы позволяет сделать вывод, что наибольшим благополучием отличается комплекс муравейников ПП2, состоящий из 15 гнёзд, наименьшим – комплекс муравейников на ПП1, включающий всего 7 гнёзд.

В результате наблюдений за муравьиными потоками, передвигающимися в пределах пробных площадей, выделено два типа троп:

- *кормовые*, по которым муравьи-фуражиры собирают и приносят пищу с кормовых участков, бегут к колониям тлей на деревьях, кустарниках и травах; эти тропы, как правило, длинные и широкие, довольно часто имеют два-три разветвления;

- *обменные*, служащие для связи семей (гнёзд), для переноса строительного материала к новым гнездам; они несколько короче кормовых.

Как выяснилось, на всех изучаемых участках лесонасаждений количество кормовых троп, ведущих от муравейников к поврежденным деревьям, кочкам, скоплениям ветоши, значительно больше, чем обменных троп. На кормовых

тропах муравьи осуществляют обмен пищей и движутся в обоих направлениях. Максимальное движение наблюдается днём. В ходе наблюдений установлено, что муравьи несут личинок, куколок насекомых, червячков, мух, жучков и т.д. Размеры добычи колеблются от 1,5–3,0 мм до 1,0–1,5 см. Помимо погибших беспозвоночных животных, составляющих белковую пищу, муравьям необходимы углеводы, которые они получают, используя падь тлей, собранную на различных растениях, поврежденных колониями тли.

Муравьиные семьи поддерживают связь друг с другом с помощью обменных троп, по которым осуществляется весьма интенсивное движение. Особенно хорошо прослеживается роль обменных троп во внегнездовой жизни рыжих лесных муравьёв при строительстве гнёзд, где муравьи движутся плотными интенсивными потоками, перенося строительный материал.

Следует отметить, что тропы обоих типов проложены не только по почвенному покрову, но и по стволам поваленных деревьев, сучьям, кочкам. По обменным тропам муравьи нередко передвигаются разнонаправлено, в несколько потоков. Максимальная интенсивность движения муравьиных потоков зафиксирована по направлению к строящимся гнездам.

Изучением местоположений муравейников в лесонасаждениях на разных ПП установлено (см. табл. в приложении 1), что большая часть гнёзд находится на относительно светлых участках леса, примыкая к стволам деревьев, пням, микровозвышениям рельефа (к крутому склону овражка либо противопожарной канавы, к кочкам и др.), а также у подножий толстых стволов деревьев, на открытых местах среди кустарников, вблизи лесных тропинок. При этом большинство гнёзд, как правило, обращено в сторону автодороги, лесной тропинки либо к более осветленному участку леса, что, вероятнее всего, связано с необходимостью поддержания в гнезде постоянного гигротермического режима.

Как показали наши наблюдения, для строительства гнёзд муравьи используют такие материалы: сухие веточки, побеги, почки древесной растительности; чешуйки сосновых и еловых шишек; кусочки коры деревьев; листовой опад, хвою сосны и ели; кусочки слоевищ эпифитных лишайников и мхов; комочки живицы; песчинки и комочки лесной почвы (см. фотоприложение).

5. Измерение и расчет параметров муравьиных гнёзд

Муравейники, образующие комплексы в пределах пробных площадей леса, отличаются параметрами, о чём свидетельствуют результаты измерений высоты и диаметров куполов гнёзд, а также расчетов объемов муравейников и площадей оснований их куполов (см. таблицу в приложении 1 и гистограммы в приложениях 3 – 6). На основании обобщения результатов измерений и расчетов параметров муравьиных гнёзд, вычисления минимальных, максимальных и средних значений каждого параметра, занесенных в таблицу 2, можно получить наиболее полное представление о структуре комплексов муравейников. При этом одним из важнейших показателей эколого-санитарного и лесопатологического состояния леса является плотность поселения муравьёв, также рассчитанная для каждой пробной площади и внесенная в таблицу 2.

При анализе данных таблицы 2, а также таблицы, помещенной в приложении 1, и гистограмм в приложениях 3–6 установлено следующее:

- наибольшими значениями (максимальными и средними величинами) всех измеренных и рассчитанных параметров муравейников выделяется комплекс муравьиных гнёзд на ПП1, наименьшими – комплекс на ПП2;
- минимальные значения всех параметров гнёзд на всех пробных площадях изучаемых участков леса либо совпадают, либо близки;
- средние значения ряда параметров гнёзд, расположенных на ПП1 и ПП3, близки в то время, как средние значения параметров гнёзд на ПП2 в 1,5–3,0 раза меньше соответствующих параметров гнёзд на ПП1 и ПП3.

Таблица 2

Обобщенные результаты измерений и расчетов параметров муравьиных гнёзд и плотности поселения муравьёв на пробных площадях лесонасаждений Крапивенского участкового лесничества

Но- мер ПП	К-во мура- вь- иных гнезд	Высота купола гнезда, Н, м			Диаметр основания купола гнезда, D, м			Объем муравьиного гнезда, V, м ³			Площадь основания купола гнезда, S, м ²			Плотность поселения муравьёв, F, м ² /га
		min	max	ср.	min	max	ср.	min	max	ср.	Min	max	ср.	
1	15	0,34	0,95	0,68	0,85	1,95	1,42	0,15	1,91	0,83	0,65	2,98	1,71	25,71
2	7	0,32	0,65	0,49	0,84	1,40	1,13	0,13	0,64	0,38	0,56	1,54	1,06	6,34
3	12	0,33	1,10	0,75	0,86	2,25	1,46	0,13	3,84	1,17	0,58	3,97	1,85	22,16

Анализом структуры комплексов муравейников выявлено, что плотности поселения муравьёв на ПП1 и ПП3 близки (25,71 м² /га и 22,16 м² /га соответственно). Плотность поселения муравьёв на ПП2 в 3,5 раза меньше, чем на ПП3, и в 4,0 раза меньше, чем на ПП1.



Рис. 9. Плотность поселения муравьёв в лесонасаждениях изученных кварталов Крапивенского участкового лесничества

Таким образом, на двух изученных пробных площадях лесонасаждений Крапивенского участкового лесничества установлена сравнительно высокая плотность гнезд рыжих лесных муравьёв, что является показателем экологического благополучия изучаемых лесных сообществ.

6. Оценка влияния экологических факторов на состояние комплексов муравьиных гнёзд

Различия в структуре комплексов гнёзд и плотности поселений муравьёв на изученных пробных площадях лесонасаждений Крапивенского участкового лесничества объясняется влиянием на них природных и антропогенных факторов. Так, на ПП1 выявлены условия, максимально благоприятные для рыжих лесных муравьёв: слабохолмистый рельеф, легкие суглинистые почвы, относительно светлый смешанный лес с редким подлеском и ажурным живым напочвенным покровом, удаленность от населенных пунктов, слабое рекреационное воздействие. Поэтому на данной пробной площади отмечено наибольшее количество муравейников с высокими параметрами, наиболее высокая плотность поселений изучаемых представителей перепончатокрылых насекомых. По характеру рельефа и особенностям почв ПП3 весьма близка ПП1, вследствие чего на данном участке лесонасаждений выявлены довольно высокие значения параметров муравьиных гнёзд.

Поскольку ПП2 расположена на участке леса, где дерново-подзолистые и перегнойно-подзолистые среднесуглинистые почвы переувлажнены, а древостой гуще, природные условия для обитания рыжих лесных муравьев существенно хуже, что красноречиво подтверждено результатами наших исследований: данный комплекс характеризуется самыми низкими значениями параметров гнёзд и минимальной плотностью поселений муравьиных семей.

Резкая разница в плотности поселения муравьёв на изученных пробных площадях леса находится в прямой зависимости от количества муравейников, образующих комплексы. При относительно близких значениях параметров куполов гнёзд сравниваемых комплексов количество муравейников на ПП3 в 1,7 раза больше, чем на ПП2, а на ПП1 в 2,1 раза больше, чем на ПП2, что зависит от суммарного воздействия на лесные сообщества как природных, так и антропогенных факторов.

В лесонасаждениях на ПП2 рельеф отличается наличием овражков и ложбин стока, способствующих повышению уровня грунтовых вод и увеличению увлажнения почвы. Поэтому на данной пробной площади гораздо меньше участков, благоприятных для поселений рыжих лесных муравьёв по сравнению с ПП1 и ПП3. Кроме того, как уже указывалось выше, на ПП2 отмечены следы отрицательного воздействия людей на лесное сообщество (густая тропиная сеть, свалки бытового мусора, кострища), а также неблагоприятное эколого-санитарное состояние, обусловленное природными факторами (сухостой, захламленность упавшими деревьями, наличие крупномерного валежа). Вполне естественно, что все перечисленные природные и антропогенные факторы нарушают оптимальные условия обитания муравьёв и служат объяснением малого количества муравейников на данной пробной площади.

Опираясь на результаты проведенного исследования, экологическое состояние изученных комплексов муравьиных гнёзд на ПП1 и ПП3 можно оценить как благополучное, а комплекса муравейников на ПП2 – как неблагополучное.

ВЫВОДЫ

Подводя итоги проведенного исследования на основе полученных данных, можно сделать следующие выводы.

1. Методика изучения строения муравьиного гнезда освоена на примере обследования модельного муравейника, расположенного в квартале № 113 Крапивенского участкового лесничества (Крапивенская дача), что позволило в дальнейшем провести инвентаризацию муравейников, изучить структуру комплексов муравьиных гнёзд на разных участках лесонасаждений.

2. В ходе рекогносцировочного обследования лесонасаждений в кварталах №№ 107, 109 и 112 заложены три пробных площади, на которых проведено геоботаническое описание лесных сообществ и ревизия муравьиных гнёзд.

3. Изучением местоположений муравейников на пробных площадях установлено, что большая часть гнёзд приурочена к относительно светлым участкам леса, примыкая к стволам деревьев, пням, микровозвышениям рельефа, а также к подножиям стволов деревьев, обочинам дорог и лесных тропинок.

4. Инвентаризацией муравейников на изученных пробных площадях леса обнаружено всего 34 гнезда: 15 муравейников на ПП1, 7 – на ПП2, 12 – на ПП3. Комплексы муравьиных гнёзд включали по 1–2 одиночных муравейника, колонии по 5–10 гнёзд, а также по 1–2 строящимся и заброшенным муравейникам. При этом структура муравьиных комплексов на всех пробных площадях оказалась примерно одинаковой.

5. Наиболее высокие значения параметров муравейников (высота и диаметр основания купола, площадь основания и объем гнезда) выявлены в комплексах гнёзд, расположенных на ПП1 и ПП3, самые низкие – на ПП2. При этом средние значения ряда параметров гнёзд, расположенных на ПП1 и ПП3, примерно одинаковы, а средние значения параметров гнёзд на ПП2 в 1,5–3,0 раза меньше соответствующих параметров на ПП1 и ПП3.

6. Анализом структуры комплексов муравейников показано, что плотности поселения муравьёв на ПП1 и ПП3 близки ($25,71 \text{ м}^2/\text{га}$ и $22,16 \text{ м}^2/\text{га}$ соответственно). Плотность поселения муравьёв на ПП2 в 3,5 раза меньше, чем на ПП3, и в 4,0 раза меньше, чем на ПП1.

7. Изучением влияния природных и антропогенных факторов на комплексы муравьиных гнёзд, расположенных в лесонасаждениях Крапивенского участкового лесничества, установлено, что муравейники на ПП1 и ПП3 находятся в относительно благополучном экологическом состоянии, а

муравейники на ПП2 характеризуются экологическим неблагополучием, обусловленным последствиями негативного природно-антропогенного воздействия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В замечательной лекции героя романа Л. Леонова «Русский лес», которая стала волнующей душевной беседой старого лесника с будущими коллегами по ремеслу звучат слова: «Любой букварь неполноценен без вводной странички о значении и красе родной природы, леса в том числе; и плох тот учитель, если не сумел обучить свою паству этой самой действенной и благородной из наук, Терпеливо растолкуйте детям, что лес входит в понятие отечества... сумеете использовать безграничное время и энергию своих юных питомцев, одинаково пригодную для разрушения и созидания, - меньше будет загубленных деревьев, поломанных садов, разоренных гнезд и муравейников, в чем дети нередко видят особое удалство. Есть вещи, непосильные никакому бюджету и ведомству, кроме как всенародному и целеустремленному порыву. Думается, что именно ... будущим хозяевам преобразуемой земли полагалось бы возглавить поход в защиту зеленого друга» [11].

Нам очень хочется продолжить интересную работу по изучению комплексов гнезд рыжих лесных муравьев в лесах Тульской области. Это направление природоохранного биомониторинга имеет большое значение на территории нашего региона, где все леса по хозяйственному значению и функциональным особенностям относятся к первой группе [9, 17, 23].

Думается, всем миром нужно встать на защиту наших лесов и их обитателей!

Список использованной литературы

1. Биологическое разнообразие лесных экосистем. // Сб. научных трудов. – М.: Международный институт леса, 1995. – 356 с.
2. Винокурова Н.Ф., Камерилова Г.С., Николина В.В. и др. Природопользование: Пробный учебник для 10-11 классов профильных школ. – М.: Просвещение, 1995. – 255 с.
3. Гиряев М.Д. Состояние и проблемы лесовосстановления в Российской Федерации. // Лесохозяйственная информация. – 2003. - № 3. – С. 10 – 13.
4. Длусский Г.М., Букин А.П. Знакомьтесь: муравьи! – М.: Агропромиздат, 1986. – С. 57-58, 99-101.

5. Дунаев Е.А. Муравьи Подмосковья: Методы экологических исследований // Биология: Приложение к газете «Первое сентября». – 2003. - № 19. – С. 10 – 12.
6. Захаров А.А. Муравей, семья, колония. – М.: Наука, 1978. – 224 с.
7. Захаров А.А. Рыжие лесные муравьи и защита их гнезд огораживанием. – М.: Изд-во Международного социально-экологического союза, 2002. – 18 с.
8. Изучайте природу! Методический сборник работ школьников. - Выпуск 1. – Сост. Н.П. Харитонов. – М., МГДТДиЮ, 2014. – С. 3 – 28.
9. Ихер Т.П. «Шумы, шуми, зеленый лес!»: Учебно-методическое пособие для педагогов и школьников по изучению лесных экосистем. / Под общей ред. Н.Е. Шишириной. – Тула: ЗАО «Гриф и К», 2008. – 136 с.
10. Комплексная экологическая практика школьников и студентов: Учебно-методическое пособие / Под ред. проф. Л.А. Коробейниковой. – СПб.: Крисмас +, 2012. – 268 с.
11. Леонов Л. Собрание сочинений в 10 т. – Т. 9. – М: Художественная литература, 1953. – С. 317.
12. Лес и лесное хозяйство: Учебное пособие-практикум для учителей общеобразовательных школ / Под общей ред. А.П. Петрова. – М.: Всемирный банк, 216. – 224 с.
13. Маевский П.Ф. Флора средней полосы Европейской части России. – 10-е изд. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. – 600 с.
14. Мамаев Б.М., Медведев Л.Н., Правдив Ф.Н. Определитель насекомых Европейской части СССР. – М.: Просвещение, 1976.
15. Морозов Г.Ф. Учение о лесе. – М.: Просвещение, 1949. – 314 с.
16. Новиков Ю.В. Экология, окружающая среда и человек: Учебное пособие для вузов. – Изд, 2-е, дополн. – о Агентство «ФАИР», 20012. – 320 с.
17. Полянский И.И. Ботанические экскурсии: Пособие для учителей. – 3-е изд., исправл., дополн. / Под ред. проф. П.И. Боровицкого. – М.: Просвещение, 1968.–243 с.
18. Усынови заказник: Методическое пособие для юных защитников природы / Сост. А.А. Могильнер и Е.Л. Яхонтов. – М.: Изд-во центра охраны дикой природы, 2015. – 43 с.
19. Халифман И.А. Операция «Лесные муравьи». – М.: Лесная промышленность, 1967. – 263 с.
20. Харитонов Н.П. Исследуем природу: Учебно-методическое пособие по организации исследовательской деятельности школьников в полевой биологии. – М.: МИОО; Библиотека журнала «Исследователь/Researcher», 2008. – 192 с.
21. Харитонов Н.П., Дунаев Е.А. Изучение внегнездовой жизни муравьев: Методическое пособие по выполнению учебно-исследовательской темы. – М., МГДПиШ, 1992. – 33 с.
22. Чуенков В.С. Лесопользование в России. // Лесохозяйственная информация. – 2003. - № 3. – С. 14 – 19.
23. Шубин В. Леса России. – М.: ВНИИЦЛесресурс, 1994. – 16 с.

24. Энциклопедия лесного хозяйства. – В 2-х томах. - М.: ВНИИЛМ.,2006. - 416 с.

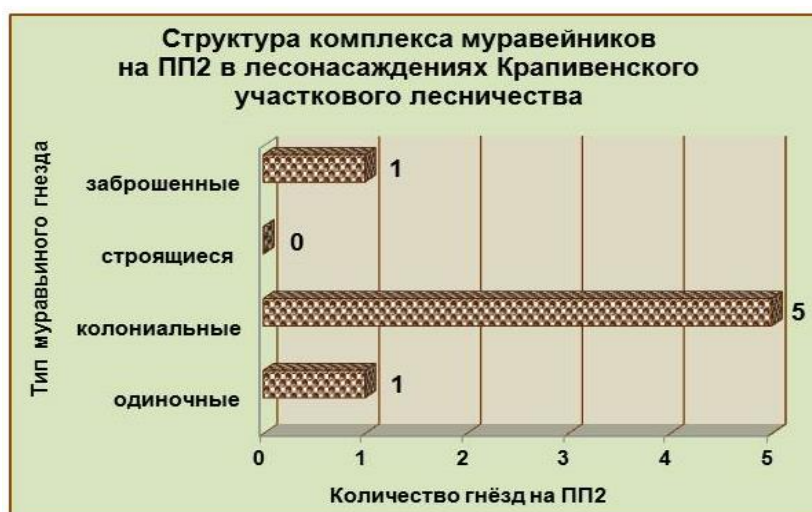
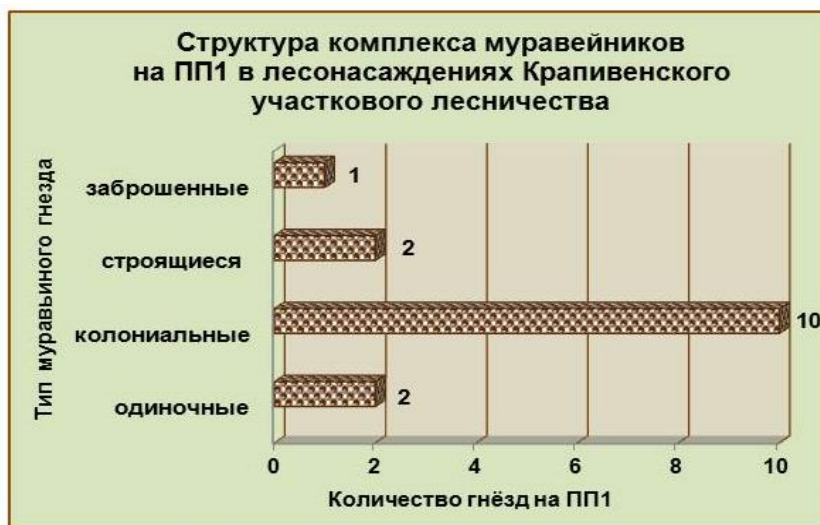
ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Результаты учёта, измерений и вычислений параметров муравьиных гнёзд на пробных площадях в лесонасаждениях Крапивинского участкового лесничества

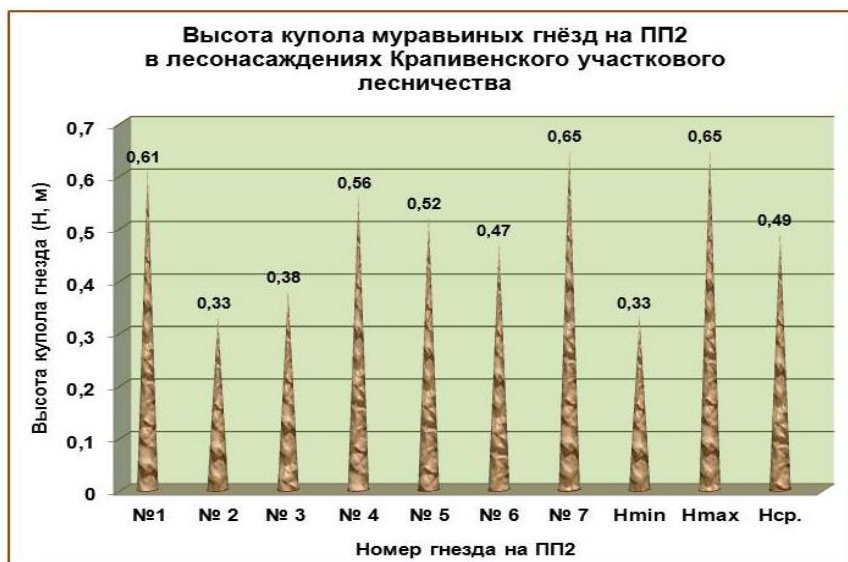
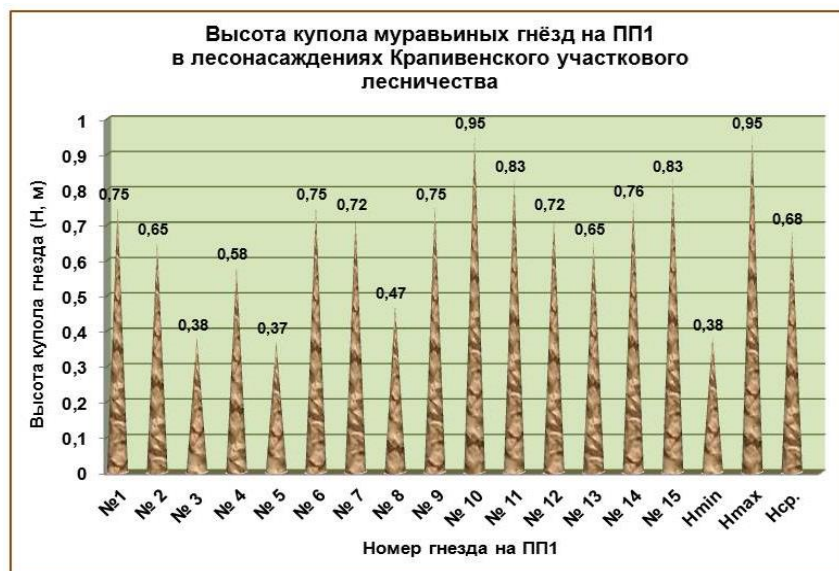
Номер муравейника	Месторасположение муравьиных гнёзд на пробных площадях	Высота купола гнезда, Н, м	Диаметр основания купола, D, м	Объём муравьиного гнезда, V, м ³	Площадь основания купола, S, м ²
1	2	3	4	5	6
Пробная площадь № 1 (ПП1)					
1	Вблизи автодороги, под высокой старой берёзой	0,75	1,82	1,12	2,54
2	Рядом с тропинкой, у подножий стволов группы лип	0,65	1,33	0,58	0,33
3	В глубине леса, возле широкого пня и высокого дуба	0,38	0,85	0,15	0,58
4	В глубине леса, у подножий пня и группы клёнов	0,58	0,98	0,35	0,75
5	В глубине леса, у подножий стволов молодых дубов	0,37	0,94	0,18	0,65
6	Вблизи тропинки, у подножия толстого ствола старой ели	0,75	1,83	1,38	2,68
7	Рядом с тропинкой, у подножий стволов молодых берёзок	0,72	1,58	0,98	2,05
8	В глубине леса, на небольшом холме, рядом с гнилым пнём	0,47	0,95	0,24	0,71
9	Вблизи тропинки, между двумя старыми липами	0,75	1,52	0,88	1,82
10	На осветленном участке леса, возле моховой кочки	0,95	1,95	1,91	2,98
11	У основания высокой липы, рядом с моховой кочкой	0,83	1,17	0,81	1,09
12	Вблизи тропинки, у пня на осветленном участке леса	0,72	1,45	0,75	1,65
13	Вблизи тропинки, у оснований группы высоких дубов	0,65	1,35	0,69	1,43ё
14	Рядом с тропинкой, у подножия ствола высокой липы	0,76	1,80	1,13	2,54
15	Рядом с тропинкой, у оснований двух старых берёз	0,83	1,92	1,28	2,98
Минимальные значения		0,34	0,85	0,15	0,65
Максимальные значения		0,95	1,95	1,91	2,98
Средние значения		0,68	1,42	0,85	1,71
Пробная площадь № 2 (ПП2)					
1	Возле тропинки у подножия высокого ясеня	0,60	1,32	0,51	1,33
2	В глубине леса, у оснований дуба и берёзы	0,33	0,98	0,13	0,79
3	В глубине леса, у подножия старой высокой беозы	0,38	0,93	0,16	0,64

1	2	3	4	5	6
4	Вблизи тропинки, у основания широкого пня	0,56	0,98	0,35	0,79
5	В глубине леса, у оснований высоких ясеня и березы	0,52	0,85	0,21	0,58
6	В глубине леса, у оснований трех растущих рядом берёз	0,47	0,92	0,19	0,67
7	Вблизи автодороги, рядом с пнём и молодой елью	0,65	1,40	0,64	1,54
<i>Минимальные значения</i>		<i>0,32</i>	<i>0,85</i>	<i>0,13</i>	<i>0,58</i>
<i>Максимальные значения</i>		<i>0,65</i>	<i>1,40</i>	<i>0,64</i>	<i>1,54</i>
<i>Средние значения</i>		<i>0,49</i>	<i>1,13</i>	<i>0,38</i>	<i>1,06</i>
Пробная площадь № 3 (ППЗ)					
1	Вблизи автодороги, у подножий стволов высоких дубов	0,68	1,05	0,48	0,86
2	Вблизи автодороги, возле оснований стволов сосен	0,72	1,25	0,61	1,23
3	В глубине леса, рядом с тропинкой, возле старого пня	0,33	0,85	0,13	0,58
4	На затемненном участке леса, возле большой моховой кочки	0,47	0,95	0,24	0,71
5	На увлажненном осветленном участке леса, на холмике	0,85	1,38	0,95	1,54
6	На осветленном участке леса, возле высокого широкого пня	0,75	1,43	0,82	1,65
7	Возле тропинки, у основания ствола высокой березы	0,55	0,95	0,28	0,71
8	Вблизи тропинки, рядом с высоким гнилым пнём	0,90	1,75	1,46	2,41
9	На увлажненном осветленном участке леса в небольшом холмике, рядом с группой дубков	0,64	1,45	0,63	1,65
10	Рядом с тропинкой, у подножия старого высокого ясеня	1,05	2,12	2,45	3,44
11	В глубине леса, возле группы высоких деревьев (дуб, липа, береза)	0,93	2,13	2,15	3,46
12	Вблизи тропинки, у оснований стволов кленов	1,10	2,25	3,84	3,94
<i>Минимальные значения</i>		<i>0,34</i>	<i>0,86</i>	<i>0,13</i>	<i>0,58</i>
<i>Максимальные значения</i>		<i>1,10</i>	<i>2,25</i>	<i>3,84</i>	<i>3,97</i>
<i>Средние значения</i>		<i>0,75</i>	<i>1,46</i>	<i>1,17</i>	<i>1,85</i>

Результаты изучения структуры комплексов муравьиных гнёзд на пробных площадях лесонасаждений



Результаты измерения параметров муравьиных гнёзд
(высота купола – Н, м)



Результаты измерения параметров муравьиных гнёзд
(диаметр основания купола – D, м)



Результаты измерения параметров муравьиных гнёзд
(площадь основания купола – S , m^2)



Результаты измерения параметров муравьиных гнёзд
(объём муравейника – $V, \text{м}^3$)



ФОТОПРИЛОЖЕНИЕ



Фото 1 – 2. Общий вид фитоценоза на ПП1 (слева) и муравьиное гнездо (справа)

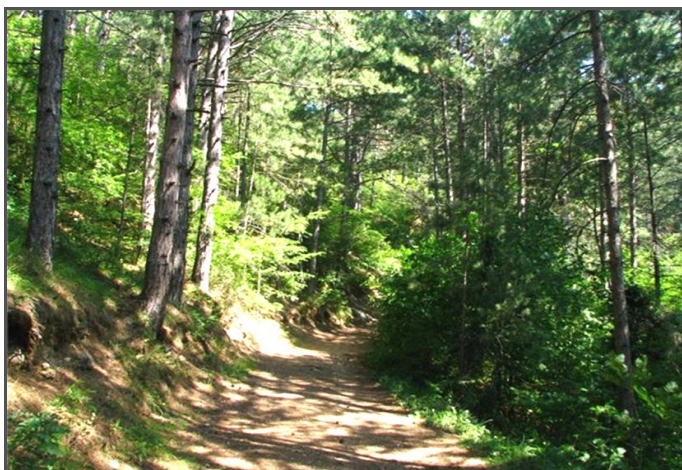


Фото 3 – 4. Общий вид фитоценоза на ПП2 (слева) и муравьиное гнездо (справа)

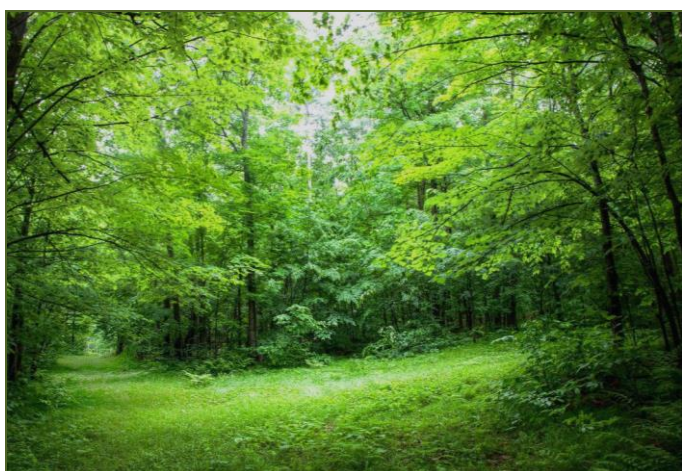


Фото 5 – 6. Общий вид фитоценоза на ПП3 (слева) и муравьиное гнездо (справа)

**Экспедиционно-полевые работы в лесонасаждениях
Крапивенского участкового лесничества**



**Фото 7.
Осмотр
муравейника,
обнаруженного
на небольшой
полянке
на ПП1**

**Фото 8.
Измерение
параметров
муравьиного
гнезда на ПП3**



**Фото 9.
Описание
местоположения
и измерение
параметров
муравейника
на ПП2**