

**Кружок Юных Зоологов**

# **Зимовка рукокрылых в Борщевских штольнях и Саблинских пещерах Ленинградской области**

Дегтярева Анастасия  
10 класс, Лицей №214

Ракицкая Татьяна  
11 класс, ГБНОУ «СПБ ГДТЮ» Аничков лицей

**Научные руководители:**  
Матлова Мария Андреевна  
Лаевская Елизавета Михайловна

**Санкт-Петербург  
2018**

## Оглавление

|                                               |    |
|-----------------------------------------------|----|
| Введение.....                                 | 3  |
| Цели и задачи.....                            | 4  |
| Обзор литературы.....                         | 5  |
| Краткая характеристика группы и экология..... | 5  |
| Зимовка рукокрылых.....                       | 6  |
| Рукокрылые Ленинградской области.....         | 7  |
| Материалы и методы.....                       | 12 |
| Благодарности.....                            | 16 |
| Результаты.....                               | 17 |
| Обсуждение.....                               | 24 |
| Выводы.....                                   | 29 |
| Список использованной литературы.....         | 30 |
| Приложение.....                               | 33 |

## Введение

В нашей работе представлены данные о зимовках летучих мышей в Борщовских пещерах в течение осени 2017 года и зимы-весны 2018 года, а также в Саблинских пещерах в течение осени 2018 года.

Большинство видов рукокрылых нашей местности занесены в Красные книги Ленинградской области и Санкт-Петербурга, а также Балтийского региона. Один вид – прудовая ночница является объектом охраны Международного Союза Охраны Природы. Мониторинг видового состава и численности рукокрылых на зимовочных убежищах является важным фактором отслеживания состояния зимующей популяции летучих мышей на данной территории. Размножение рукокрылых в большинстве случаев происходит именно в местах зимовок, а резкие колебания численности могут указывать на наличие неблагоприятных тенденций, как в локальном месте скопления рукокрылых, так и по всей области. Работы по отслеживанию состояния зимовок летучих мышей также вносят существенный вклад в функционирование ООПТ, на территориях которых посчастливилось выявить места зимнего сна рукокрылых. Пещеры и гроты всегда являлись местом особого интереса со стороны туристов, а усиленное антропогенное влияние без регуляции со стороны природоохранных организаций может крайне негативно сказываться на редких видах (Ковалев, 2014).

Несмотря на то, что особенности летучих мышей, находящихся в зимней спячке, изучены несколько лучше, чем поведение этих зверьков летом, в Ленинградской области такие работы проводились в основном в Саблинских, Староладожских и Корповских пещерах (Новиков, 1970; Чистяков, Никулин, 2010; Щеховский, 2015). Наше исследование проводилось в Борщовских (Оредежских) и Саблинских пещерах. Благодаря заметным отличиям в морфологии Борщевских штолен (высота и ширина залов и проходов, относительно небольшая протяженность) условия зимовок здесь могут несколько отличаться от других пещер, в частности от условий в Саблинских пещерах. Это может оказать влияние как на поведение рукокрылых во время самой зимовки, так и на сроки залегания и выхода из зимовочного убежища.

Полученные нами результаты позволяют уточнить некоторые условия зимовки и особенности пространственного размещения разных видов рукокрылых Ленинградской области в Борщовских и Саблинских пещерах. Учитывая сложность организации охранных мероприятий в естественных местах обитания рукокрылых (Чистяков, Никулин, 2010), и регулярный интерес к данным штольням со стороны местных жителей и туристов, нам представляется важным проведение мониторинговых работ по оценке разнообразия и условий зимовки рукокрылых данных штолен.

**Целью** нашей работы являлось исследование зимовки рукокрылых в условиях Борщовских штолен и Саблинских пещер Ленинградской области.

**В задачи** исследования входили:

1. Анализ видового состава рукокрылых Саблинских и Борщовских пещер
2. Оценка численности летучих мышей
3. Изучение распределения зверьков по пещере
4. Изучение влияния влажности и температуры внутри пещер на размещение летучих мышей

## Обзор литературы

### Краткая характеристика группы и экология

Отряд Рукокрылые (*Chiroptera*) включает в себя небольших зверьков, способных к настоящему машущему полету. Передние конечности летучих мышей видоизменены в крылья - систему удлинённых костей, которые являются опорой для крыловой перепонки (Крускоп, 2013). Ориентирование в пространстве происходит за счёт эхолокации (Кузякин, 1971).

Отряд Рукокрылые, к которому относятся более 1000 форм (Кузякин, 1950), делят на два подотряда - Крыланы (*Megachiroptera*), в который входит одно семейство, и Летучие мыши (*Microchiroptera*), в котором разные авторы выделяют от 14 до 16 семейств (Соколов, 1973; Курсков, 1978). Рукокрылые, встречающиеся в Ленинградской области, относятся к одному семейству - Гладконосые летучие мыши (*Vespertilionidae*) (Крускоп, 2013).

Летучие мыши составляют около одной четвертой от всех живущих на данный момент млекопитающих (Ковалев, Логинов, 2014). Представители отряда Рукокрылые встречаются по всему миру, за исключением приполярных областей, а также особо удалённых океанических островов, и, как следствие широкого распространения, населяют самые разнообразные ландшафты и климатические зоны (кроме высокогорных) (Павлинов и др., 2002). Наибольшее видовое разнообразие летучих мышей наблюдается в тропиках (Крускоп, 2013).

Считается, что летучие мыши сами не строят убежища (Кузякин, 1971; Курсков, 1978), они используют различные естественные убежища, либо созданные человеком. Некоторые авторы указывают, что созданные и охраняемые людьми укрытия даже более характерны для рукокрылых (Кузякин, 1950). Днём летучие мыши предпочитают отдыхать и прятаться от врагов - дневных хищных птиц - в убежищах, прикрепляясь задними лапами к потолку или стенкам укрытий. Ночью рукокрылых тоже подстерегают опасности: большинство сов не прочь полакомиться летучей мышью (Крускоп, 2013).

Для этой группы млекопитающих в целом характерен очень разнообразный характер питания, однако конкретные представители рукокрылых бывают очень специализированы (Крускоп, 2013). Возможной причиной возникновения специализации по способам питания является высокая плотность мышей в тропиках, и, как следствие этого, их конкурентные взаимоотношения (Мосияш, 1985).

В рацион различных видов рукокрылых могут входить плоды, нектар, мелкая рыба (входит в рацион некоторых видов ночниц), мелкие грызуны и птицы, ящерицы, лягушки и даже другие виды летучих мышей. Для трёх видов настоящих вампиров, обитающих в Центральной и Южной Америке, характерен особый способ хищничества - питание кровью крупных млекопитающих (Крускоп, 2013).

О потомстве заботятся только самки (Айрапетьянц и др, 1987). Количество детёнышей в помёте рукокрылых обычно не превышает двух,

очень редко рождаются тройни. Такое малочисленное потомство обусловлено особенностями образа жизни этих зверей (Мосияш, 1985).

В средних широтах рукокрылые, как правило, размножаются раз в год, чаще всего потомство появляется в период массового вылета насекомых, то есть в конце весны - начале лета (Мосияш, 1985).

О продолжительности жизни рукокрылых известно достаточно мало (Кузякин, 1950). Согласно данным кольцевания, эти зверьки удивительно долго живут для существ такого маленького размера: в естественных условиях летучие мыши способны прожить до 10 лет (Айрапетьянц и др., 1987), а по данным других авторов, до 15 (Крускоп, 2013), 17 (Кузякин, 1950), и даже 18,5 лет (усатая ночница) (Мосияш, 1985).

Для большинства видов летучих мышей характерно стремление объединяться в колонии (стада), в которых может находиться от нескольких десятков до нескольких сотен особей (Кузякин, 1950). Созданию благоприятных условий обитания летучих мышей способствует разветвленная, богатая водоемами гидрологическая сеть, а также много участков широколиственных и хвойно-широколиственных лесов – более пригодных для обитания летучих мышей, чем таежные леса (Ковалев, Логинов, 2014).

Летучие мыши играют огромное значение в жизни человека и сельском хозяйстве. Помет рукокрылых представляет собой высококачественное удобрение, богатое азотом и фосфором (Кузякин, 1971).

Рукокрылые являются истребителями большого количества насекомых - вредителей сельского и лесного хозяйств, переносчиков различных болезней, приносящих вред людям и скоту (Кузякин, 1950). Однако и сами летучие мыши способны распространять различные болезни, в том числе опасные для человека, как, например, вирус бешенства (Мосияш, 1985). Летучие мыши способны переносить радионуклиды (Тарасов и др., 1998) и, следовательно, формировать очаги радиоактивного загрязнения вдали от возможных источников радиации (Орлов и др., 2005).

В последние десятилетия рукокрылых рассматривают в качестве индикаторов жизнеспособности и богатства экосистем, что позволяет установить важную роль определенных территорий в сохранении и увеличении биологического разнообразия (Гащак и др., 2009).

### **Зимовка рукокрылых**

Гибернация является самой действенной стратегией выживания, доступная млекопитающим, при которой значительно снижается потребность в ресурсах и энергозатраты (Geiser, 2004). Во время спячки у млекопитающих наблюдается значительное снижение метаболизма и потребления кислорода (до 1/100 от «базального» уровня), уменьшение частоты сердечных сокращений более чем в сто раз, а также экстремально низкая температура тела, которая колеблется у разных видов от +2 до +4 °C (Breukelen, Martin, 2002; Storey, 2010), но может снижаться до -2 °C (Heldmaier et al, 2004).

В умеренном климате, к которому относится Ленинградская область, при наступлении холодного времени года рукокрылые либо улетают на юг, чтобы перезимовать в условиях более мягкого климата, либо впадают в спячку (Айрапетьянц и др., 1987). Считается, что состояние зимней спячки у рукокрылых наступает тогда, когда показатели температуры тела зверька и окружающей среды становятся ниже 10°C и выше 0-1°C (Кузякин, 1950). Более поздние исследования показывают, что во время спячки температура тела рукокрылых опускается до температуры окружающей среды. В экспериментальных условиях эти животные могут даже переносить переохлаждение до -7°C и даже до -9°C в течение нескольких дней, но если их кровь превращается в лед, они погибают. В природе, по-видимому, с такими низкими температурами летучие мыши не сталкиваются. Интересно, что в период глубокой спячки продолжительность теплокровного состояния у рукокрылых составляет 1–2% от их общего бюджета времени (Ануфриев, Ревин, 2006).

Возможной предпосылкой к явлению зимней спячки у летучих мышей является отсутствие достаточного количества корма, при этом среди мышей, перешедших из умеренной климатической зоны к жизни в субтропиках отмечается наличие «зимней» спячки. Некоторые ученые связывают это с необходимостью консервации спермы в организме самок после спаривания (Мосияш, 1985).

Известно, что большая часть рукокрылых стремятся выбрать укрытия в знакомых местах (Смирнов и др., 2007).

При выборе убежища для спячки летучие мыши ищут места с умеренно низкой положительной температурой, около 4-6 градусов тепла, а также очень высокой влажностью (Крускоп, 2013). Однако в природе мест, подходящих для зимовки рукокрылых по данным критериям достаточно мало, поэтому зверьки могут просыпаться во время зимовки и перемещаться в поисках более подходящего микроклимата как внутри одного укрытия, так и между убежищами (Белкин и др., 2013). Когда рукокрылые просыпаются, температура их тела за короткое время доходит до обычной в состоянии активности, что требует больших энергозатрат (Ануфриев, Ревин, 2006).

В Ленинградской области массовое заселение рукокрылыми убежищ на зимовку начинается во второй половине сентября, а вылетать из зимовочных укрытий летучие мыши начинают с начала марта (Чистяков, Никулин, 2010), или в конце апреля (Айрапетьянц и др., 1987). В нашей области продолжительность зимней спячки летучих мышей может достигать семи-восьми месяцев. В период спячки зверьки существуют исключительно за счет жировых запасов, теряя за зиму 20-30% веса (Айрапетьянц и др., 1987).

### **Рукокрылые Ленинградской области**

В России отмечается около 11 родов летучих мышей, к которым относятся приблизительно 95 видов рукокрылых (Кожурина Е.И., 2009). Виды, регулярно встречающиеся в Ленобласти, относятся к семейству Гладконосых или Кожановых (*Vespertilionidae*) (Крускоп, 2013).

Разнообразие видов невелико, так как регион Санкт-Петербурга и Ленинградской области расположен на периферии основных ареалов распространения большинства обитающих здесь видов летучих мышей (Ковалев, Логинов, 2014).

Последние исследования, посвященные зимовкам рукокрылых, показали, что, на территории Ленинградской области отмечаются 9 или 10 видов рукокрылых, относящихся к 6 родам. Из них 6 неперелетных видов рукокрылых: ночницы прудовая (*Myotis dasycneme*), водяная (*Myotis daubentonii*), Наттерера (*Myotis nattereri*) и Брандта (*Myotis brandtii*); бурый ушан (*Plecotus auritus*) и северный кожанок (*Eptesicus nilssonii*) (Щеховский, 2015). В этот список не попала усатая ночница (*Myotis mystacinus*), которая потенциально может оставаться на зимовку, однако за все время исследований на этой территории была отмечена всего дважды (Айрапетьянц и др., 1987).

Возможно, усатая ночница встречается чаще на территории Ленинградской области, однако обнаруживать ее сложно, и некоторые исследователи при учетах рукокрылых на зимовках могли относить этот вид к ночнице Брандта, так как эти два вида внешне очень схожи (являются видами-двойниками) (Ковалев и др., 2014).

К перелетным видам Ленинградской области относятся: рыжая вечерница (*Nyctalus noctula*), нетопырь Натузиуса (*Pipistrellus nathusii*) и двухцветный кожан (*Vespertilio murinus*).

О биологии летучих мышей Ленинградской области известно достаточно мало по сравнению с другими млекопитающими области, хотя отдельные данные об этих зверьках периодически собираются на территории области (Новиков и др., 1970; Чистяков, Богдарина, 2010; Ковалев, Щеховский, 2014; Ковалев и др., 2014; Ковалев, Логинов, 2014; Щеховский, 2015).

**Водяная ночница** (*Myotis daubentonii*) является наиболее массовым видом фауны летучих мышей региона (Ковалев, Щеховский, 2014) и, соответственно, обычным видом для Ленинградской области (Чистяков, Никулин, 2010).

**Прудовая ночница** (*Myotis dasycneme*) внешне схожа с водяной, однако отличается от нее крупными размерами тела - до 35 см размах крыльев, масса до 25 грамм. Этот вид предпочитает селиться не только в дуплах, но и в зданиях с деревянными чердаками, создавая там колонии, что делает этот вид уязвимым (Крускоп, 2013).

**Ночница Брандта** (*Myotis brandtii*) по размерам чуть меньше водяной, ее вес составляет 4,5-6 граммов. мех жестковатый, есть темные пигментированные маска и уши (Крускоп, 2013).

**Ночница Наттерера** или **реснитчатая ночница** отличается от всех видов ночниц наличием удлиненных волосков и щетинок по заднему краю межбедренной перепонки (Павлинов, 2002).

Ночницы Наттерера и прудовая сравнительно редко отмечаются на зимовках в Ленинградской области (Чистяков, Богдарина, 2010). Ночницы Брандта

широко распространены в Ленобласти, особенно многочисленны в Саблинских пещерах (Айрапетьянц и др., 1987).

Кроме ночниц на территории Ленинградской области встречается **бурый ушан** (*Plecotus auritus*) (Айрапетьянц и др., 1987). Отличительной чертой ушанов являются огромные ушные раковины, достигающие размеров до 4 см, что чуть меньше длины тела зверька. Интересной особенностью ушанов является то, что во время спячки они складывают свои уши, прижимая их к бокам головы и спине, а вперед остаются торчать лишь длинные козелки (Айрапетьянц и др., 1987). Питаются ушаны ночными бабочками (86 видов) (Курсков, 1981), а также гусеницами (Крускоп, 2013). Больших колоний не образуют (Курсков, 1981).

Ушаны хладостойкие, в отличие от ночниц, и переносят низкую влажность воздуха в местах зимовок; известны случаи, когда зверьки выживали при минусовой температуре (Айрапетьянц и др., 1987). Зимующих ушанов, также как и ночных и северных кожанков, можно встретить в старых пещерах-штольнях, сохранившихся после добычи кварцевых песков в Волховском, Тосненском и Лужском районах (Миронова, Слепян, 1983). Максимальное количество ушанов по России наблюдается в Ленобласти. Интересно, что в Ленинградской области ушанов в равной степени много как в пещерах, так и в бетонных шахтах (Белкин и др., 2013). Зимовка этих рукокрылых длится 5-6 месяцев (Крускоп, 2013). Переселение в подземелья для спячки происходит у них с середины-конца октября и продолжается до конца ноября, а вылетать из мест зимовок ушаны начинают в начале апреля. В подземельях ушаны спят в основном по одному, зимуют чаще открыто на стенах, реже в трещинах (Айрапетьянц и др., 1987).

**Рыжие вечерницы** (*Nyctalus noctula*) - самых крупные в нашей области летучие мыши. Шерсть у них густая, окрас от шоколадно-коричневого до рыжевато-буланого и палево-рыжего (Крускоп, 2013). Высокая численность рыжей вечерницы характерна для пригородных парков Ленинградской области, что, видимо, связано с составом древесных пород (Никулин, Чистяков, 2010), так как основными убежищами вечерниц чаще всего являются дупла деревьев (Крускоп, 2013). Этот вид является перелетным, из средней полосы они улетают к началу сентября (Курсков, 1978), а возвращаются к концу апреля-началу мая (Айрапетьянц и др., 1987).

**Нетопырь Натузиуса** или **лесной нетопырь** (*Pipistrellus nathusii*) - еще один перелетный вид, встречающийся на территории Ленинградской области. По территории этой области проходит северная граница распространения данного вида (Никулин, Чистяков, 2010). Он считается самым мелким среди наших летучих мышей, редок для Ленобласти, встречается в Лужском и Кингисеппском районах (Новиков и др., 1970).

В Ленинградской области можно встретить **двухцветных кожанов** (*Vespertilio murinus*) – зверьков с характерным окрасом спины: на темно-буром или шоколадно-коричневом фоне контрастно выделяется серебристая рябь белых концов остевых волос. По данным из других регионов России этот вид является перелетным (Айрапетьянц и др., 1987). Однако известны

встречи зимой с двухцветными кожанами в Санкт-Петербурге, причем зверьки выглядели здоровыми и не истощенными (Богдарина, 2006).

На двухцветных кожанов похож другой вид - **северные кожанки** (*Eptesicus nilssonii*). Они отличаются окрасом: на темном фоне выдаются металлическо-золотые кончики отдельных волос. Северный кожанок является типичным представителем рукокрылых в Ленинградской области и широко распространен в ней и смежных областях. Этот вид можно встретить как в лесах, так и в городах. Северные кожанки очень хорошо приспособлены к условиям севера и обладают исключительной устойчивостью к холоду (их можно встретить вплоть до полярного круга, они выносят температуру до -10 градусов). Зимуют в подвалах, погребах, старых дотах, их также можно встретить в штольнях и пещерах области. Спячка у северных кожанков начинается во второй половине октября – ноябре, а заканчивается к середине - концу апреля. Они предпочитают прохладные, прилежащие к входам части подземелий, держатся поодиночке (Айрапетьянц и др., 1987). Интересно, что в некоторых штольнях Якутии этот вид может по численности преобладать над другими в местах зимовок (Ануфриев, 2007).

Такие виды рукокрылых Ленинградской области, как водяная (*Myotis daubentonii*) и прудовая ночницы (*M. dasycneme*), усатая ночница (*M. mystacinus*) и ночница Наттерера (*M. nattereri*) занесены в Красную книгу Ленинградской области (Носков, Боч, 1999). Ночница Брандта (*M. brandtii*) рассматривается как уязвимый вид из-за низкой репродуктивной способности и антропогенной нагрузки на места обитания, и занесена в Красную книгу Балтийского региона (Носков, 2004).

При выборе зимовочных убежищ ночницы предпочитают глубокие подземные убежища, так как эти зверьки очень чувствительны к влажности и не переносят отрицательную температуру. Ночницы начинают переселяться на зимовки с середины сентября, а вылетать оттуда в конце апреля (Айрапетьянц и др., 1987).

Территория Ленинградской области отличается наличием большого количества искусственных пещер-штолен, подходящих для зимовок рукокрылых (Миронова, Слепян, 1983). Массовые зимовки рукокрылых находятся в основном в заброшенных пещерах-штольнях, в которых в свое время происходила добыча известняка и кварцевых песков (Стрелков, 1958; Чистяков, 1999).

Наиболее интересными из них представляются группа Саблинских пещер близ посёлка Ульяновка Госненского района, Староладожские пещеры у села Старая Ладога на реке Волхов и Корповские пещеры близ города Луга, которые представляют собой сложные лабиринты ходов и залов, тянущиеся под землей на расстояние от нескольких десятков до многих сотен метров. Микроклимат этих убежищ благоприятен для зимовки рукокрылых. В шестидесятых годах в Саблинских и Староладожских штольнях ежегодно зимовало по несколько сотен зверьков. К сожалению, неукрепленные

подземелья быстро обваливаются, а многочисленные туристы уничтожают и разгоняют зимующих животных (Новиков и др., 1970).

## Материалы и методы

Изучение зимовок летучих мышей проводилось на Особо Охраняемых Природных Территориях Ленинградской области, в памятнике природы «Геологические обнажения девона и штольни на реке Оредеж у деревни Борщево (оз. Антоново), а также в Саблинском памятнике природы. Борщевские штольни расположены в Лужском районе, между поселком Торковичи и железнодорожной станцией Оредеж, непосредственно на берегу озера. Саблинские пещеры находятся в Тосненском районе, возле поселка Ульяновка (рис.1) (Носков, Боч, 1999).

Как Саблинские, так и Борщевские пещеры представляют собой заброшенные подземные выработки по добыче кварцевого песка.

Борщевские штольни расположены в 120 км южнее Санкт-Петербурга, около деревни Борщево. Они сложены из песчаника белого и красного цвета (Носков, Боч, 1999). Координаты памятника природы - 58°50'39"N и 30°21'42"E. Двум сохранившимся пещерам в народе были присвоены названия – «Готическая» и «Двенадцатистолбовая». Сведения о протяженности этих пещер приведены в Табл.1

Саблинский памятник природы расположен в 40 км от Санкт-Петербурга, возле посёлка Ульяновка Тосненского района Ленинградской области. Заповедная зона расположена на территории площадью 328,8 га и включает в себя два водопада, каньоны рек Саблинка и Тосна, и Саблинские пещеры. Они представляют собой заброшенные подземные выработки по добыче кварцевого песка, которые были созданы в период со второй половины XIX века до начала XX века. В Саблино насчитывается 4 больших пещеры, получившие народные названия: «Левобережная» («Помойка»), «Жемчужная», «Штаны», «Верёвка»; и несколько малых пещер: «Трёхглазка», «Пляжная», «Мечта», «Санта-Мария», «Графский грот», «Лисьи норы» (Артамонов и др., 2007).

Для пещер на реке Саблинке, длиной по 10-15 м, характерны узкие завалившиеся проходы, их даже называют «лисскими норами». Самые протяженные пещеры располагаются по обоим берегам реки Тосно, недалеко от «Графского» моста - «Левобережная» пещера имеет суммарную длину 5,5 км. Прямо напротив, на правом берегу реки Тосны, находится вторая по величине пещера – «Жемчужная», с длиной лабиринтов 3,5 км (Кузнецов, 1940).

Рассматриваемый район исследований весьма популярен среди краеведов, туристов, спелеологов. С 1976 года эта местность считается памятником природы, но, к сожалению, местное население продолжает использовать каньоны Тосны и Саблинка под свалки бытовых отходов (Лопатин, Болтрамович, 2009).

Для удобства работы команд учетчиков мы делили пещеры на условные зоны (рис. 2, 3, 4, 5, 6), кроме «Лисьих нор» и «Графского грота».

Мы проводили учеты зимующих рукокрылых в следующих пещерах этого комплекса: «Веревка», «Трехглазка», «Графский грот», «Пляжная» и «Лисьи норы». Данные о протяженности этих пещер представлены в Табл.1

Даты и места проведения учетов зимующих рукокрылых в хронологическом порядке представлены в Табл.2. Первый учет, состоявшийся 2 апреля в комплект Борщевских пещер, носил предварительный характер, во время которого был составлен план исследований.

28 октября 2018 года мы провели предварительный выезд в комплекс Саблинских пещер для ознакомления с районом исследований. В течение выезда выяснилось, что обнаружение пещер на местности представляется более сложным, чем в случае с Борщевскими пещерами. В этот выезд нам удалось найти и посетить три пещеры: «Веревка», «Трехглазка» и «Графский грот». В дальнейшем мы смогли охватить оставшиеся пещеры средней протяженности, доступные для посещений.

При обнаружении мыши мы определяли:

- вид летучей мыши, если это было возможно;
- отмечали место ее нахождения на карте пещеры;
- высоту от пола до мыши, а в случае затопления пола пещеры – до воды;
- наличие конденсата на шерсти;
- одиночное либо групповое расположение зверька;
- открыто или в щели спит мышь;
- на стене или потолке она зимует.

Если мышь шевелилась или летала, мы это также регистрировали. При обнаружении трупов летучих мышей производился подсчет их количества, и, если это было возможно, определялась видовая принадлежность. Кроме того, мы отмечали количество посетителей, встречавшихся нам в пещерах.

Высота измерялась при помощи лазерной рулетки Bosch DLE 70 Professional. Помимо высоты от пола до зверьков, мы измеряли высоту залов и сводов пещер.

На предварительном выезде 2 апреля отмечали только вид мыши (в случае ночниц мы определяли их до рода), высоту от пола до зверька, открыто или в щели находится мышь, одиночно или в группе.

Каждая пещера была разделена на условные зоны для удобства работы команд учетчиков. Для каждой условной зоны мы измеряли влажность и температуру воздуха с помощью психрометра аспирационного МВ-4М. К сожалению, нам до сих пор не удалось решить техническую задачу по измерению температуры на разной высоте пещер.

Определение влажности осуществляется по показаниям двух термометров с точностью 0.1 градус Цельсия. Один термометр (сухой) измеряет температуру воздуха, а второй термометр (смоченный) обертывают смоченной тканью, таким образом, он показывает свою собственную температуру, зависящую от интенсивности испарения воды с поверхности.

Чем меньше водяного пара в воздухе, тем сильнее испарение с поверхности смоченного термометра, и тем ниже его показания.

Для измерения относительной влажности воздуха осуществлялись следующие действия:

- ✓ За четыре минуты до начала наблюдения смачиваем батист на резервуаре термометра дистиллированной водой;
- ✓ Начинаем наблюдения, заводя почти до отказа вентилятор;
- ✓ Через четыре минуты после пуска вентилятора производим отсчет по термометрам;
- ✓ Уже в городе из разницы показаний температур определяли текущее давление водяного пара в воздухе по формуле

$$e = E - A(t - t_1)P,$$

где  $E$  — давление насыщения при температуре смоченного термометра,  
 $A$  — постоянная психрометра, принимаемая равной 0.0007947;

$P$  — атмосферное давление, принимается равным 1000 гПа;

$t$  — показания сухого термометра;

$t_1$  — показания смоченного термометра;

Далее определяем относительную влажность воздуха (согласно показаниям психрометра при помощи психрометрического графика (рис.7), где вертикальные линии – показания сухого термометра, а наклонные – показания смоченного термометра).

**Табл.1. Названия и протяженность исследуемых пещер**

|            | <b>Пещера</b>       | <b>Протяженность</b> |
|------------|---------------------|----------------------|
| Борщевские | Готическая          | 417 м                |
|            | Двенадцатистолбовая | 390 м                |
| Саблинские | Веревка             | 970 м                |
|            | Трехглазка          | 240 м                |
|            | Графский грот       | 79 м                 |
|            | Пляжная             | 240 м                |
|            | Лисья нора 1        | 12 м                 |
|            | Лисья нора 2        | 10 м                 |

**Табл.2. Даты и места проведения учетов зимующих рукокрылых**

| <b>Дата выезда</b> | <b>Место выезда</b> |
|--------------------|---------------------|
| 31.10.2017         | Борщевские пещеры   |
| 12.11.2017         | Борщевские пещеры   |
| 09.12.2017         | Борщевские пещеры   |
| 21.01.2017         | Борщевские пещеры   |
| 25.02.2018         | Борщевские пещеры   |
| 25.03.2018         | Борщевские пещеры   |
| 28.10.2018         | Саблинские пещеры   |
| 03.10.2018         | Борщевские пещеры   |
| 18.11.2018         | Саблинские пещеры   |
| 09.12.2018         | Борщевские пещеры   |
| 14.12.2018         | Саблинские пещеры   |

## **Благодарности**

Мы очень признательны руководству Клуба Юных Зоологов Ленинградского зоопарка Матловой Марии Андреевны и Лаевской Елизавете Михайловне, которые помогали нам в организации выездов, сборе и обработке данных, а также юннатам, участвовавшим в сборе данных.

Нам хотелось бы поблагодарить Чистякова Дмитрия Владимировича, который консультировал нас по поводу определения некоторых видов летучих мышей, а также Солдатенкова Михаила Анатольевича за предоставленные фотографии.

## Результаты

### Описание исследуемых пещер

За 2017-2018 год нами было обследовано всего 8 пещер, относящихся к двум комплексам - Борщевские (Оредежские) пещеры и Саблинские. В Борщевских пещерах нами были обследованы две близлежащие штольни: «Двенадцатистолбовая» и «Готическая». Проходы в обеих пещерах достаточно широкие, высота сводов пещер достигает семи-девяти метров. Как «Двенадцатистолбовая», так и «Готическая» пещеры сложены из песчаника кирпично-оранжевого цвета.

Из Саблинских пещер мы выбрали для изучения следующие штольни: «Веревка», «Пляжная», «Графский грот», «Трехглазка», «Лисья нора 1» и «Лисья нора 2». Первые три пещеры располагаются по одну сторону от Графского моста, на правом берегу реки Тосна (по течению). «Трехглазка» - по другую сторону моста на левом берегу реки Тосна (по течению). «Лисьи норы» находятся на берегу реки Саблинка.

«*Лисьи норы*» представляют собой две небольшие пещеры, нижняя часть «Лисьей норы 1» сложена из песчаника, потолок из слоя глины, в этой пещере есть один столб, располагающийся примерно по центру пещеры, а также несколько ответвлений, заканчивающихся тупиками. Максимальная высота потолка составляет около 170 см, минимальная - 60 см (у входа). «Лисья нора 2» полностью сложена из глины, и состоит из двух тупиков несколько метров в длину каждый. Высота потолка составляет около 0,5 м.

«*Графский грот*» имеет два входа, располагающиеся на небольшом расстоянии друг от друга. Первый вход широкий, ведет в высокий зал, второй в длинный проход, высотой около 2 метров. Обе части пещеры соединяет длинный узкий пролаз высотой менее 50 см.

Основную часть пещеры «*Трехглазка*» составляет длинный проход высотой около 150 см с колодцами на потолке, высота которых чуть больше 3 метров. Около входа коридор имеет несколько ветвлений, которые заканчиваются тупиками.

«*Верёвка*» является самой сложной из всех обследуемых нами пещер. Система её ходов очень запутана. Условно ее можно поделить на две части, соединяющиеся единственным проходом. В обеих частях имеется множество колонн, создающих как бы сетчатую структуру пещеры.

«*Пляжная*» пещера представляет собой сложную систему тоннелей. Из пещеры вытекает ручей, начинающийся примерно в 10 м от входа прямо из земли. Две части пещеры (дальняя и ближняя) отделены узким длинным проходом высотой около 1,4 метров, шириной не более 70 см.

Видовой состав и численность зимующих рукокрылых

За период с осени 2017 года по весну 2018 года, и в течение осени 2018 года в Борщевских и Саблинских пещерах мы обнаружили 6 видов рукокрылых: северный кожанок (*Eptesicus nilssonii*) (рис.8), бурый ушан (*Plecotus auritus*) (рис.9), водяная ночница (*Myotis daubentonii*) (рис.10), ночница Брандта (*Myotis brandtii*) (рис.11), ночница Наттерера (*Myotis nattereri*) и прудовая ночница (*Myotis dasycneme*). Ночница Наттерера была отмечена нами только в Саблинских пещерах, а прудовая ночница всего дважды за два осенних сезона учетов в Готической пещере (Борщевские штольни).

Для исследования динамики количества зимующих рукокрылых в период с октября 2017 года по март 2018 года проводились ежемесячные учеты в Борщевских пещерах. Было выявлено, что число зимующих летучих мышей в осенне-зимний период неизменно увеличивалось и достигло своего максимума в декабре (рис.12). Так, 31 октября мы обнаружили 41 мышью, к 12 ноября их количество выросло до 54; 9 декабря численность мышей в двух пещерах достигала 61 особей. В последующие выезды суммарное количество мышей начало снижаться: 21 января мы отметили 57 зверьков, 25 февраля - 56 мышей, 25 марта - 47.

Осенью 2018 года численность летучих мышей в Борщевских пещерах также увеличивалась со временем: 3 ноября нами было обнаружено 42 мыши, а 9 декабря – 49 (рис.13). При сравнении количества зимующих рукокрылых в данных штольнях за два осенних периода выяснилось, что, как в ноябре, так и в декабре 2018 года мы отметили большее количество зверьков, чем в те же месяцы в 2017 году (рис.14).

Две Борщевские штольни, находящиеся в непосредственной близости друг от друга, заметно различались по количеству зимующих в них рукокрылых. Как в первый, так и во второй осенне-зимний сезон учётов доля рукокрылых в Готической пещере достоверно превышала долю зверьков в Двенадцатистолбовой (Критерий Фишера,  $p \leq 0,01$ ) (рис.15).

Суммарное количество летучих мышей в обследованных нами Саблинских пещерах увеличивалось и достигало 40 особей в ноябре, и 49 особей в декабре (рис.13). Численность зимующих зверьков увеличивалась, также как в Борщевских штольнях.

Предварительный выезд в Саблинские пещеры состоялся 28 октября. К сожалению, нам удалось посетить всего лишь 3 пещеры («Трехглазка», «Веревка» и «Графский грот»). В дальнейшем мы смогли охватить большинство Саблинских пещер, доступных для посещения и схожих по протяженности с Борщевскими пещерами.

Рассматривая комплекс Саблинских пещер, следует отметить заметные различия между пещерами по количеству зимующих в них мышей. В протяженной «Трехглазке» 28 октября было найдено 13 летучих мышей, а 18 ноября и 14 декабря по 19 особей (рис.16). Во второй из наиболее протяженных обследованных нами пещер данного района, «Веревке», количество летучих мышей колебалось от 14 до 23 зверьков в разные периоды времени. В «Графском гроте», небольшой пещере с сильными

перепадами высот, в октябре была отмечена лишь одна мышь, а в последующие два посещения - по две. Интересной представляется следующая пещера, обладающая заметной протяженностью ходов (240 м). Количество обнаруженных нами летучих мышей в «Пляжной» пещере было крайне невелико – 2 или 3 особи в зависимости от даты учета. В первой «Лисьей норе» 18 ноября было найдено 2 особи, 14 декабря - 3. Во второй «Лисьей норе» ни в одно из двух посещений рукокрылых обнаружено не было.

Сравнивая долю разных видов летучих мышей, зимующих в изучаемых нами пещерах, можно отметить, что в большинстве случаев доминирующими оказывались бурые ушаны. В Борщевских пещерах достоверно большую долю зимующих рукокрылых составляли ушаны (от 38% до 76% от общего числа найденных мышей) (критерий Фишера,  $p \leq 0,01$ ) (рис. 17, 18).

В Саблинских пещерах соотношение видов распределялось следующим образом. В трех из шести обследованных нами пещер были обнаружены ушаны, доля их от общего количества рукокрылых варьировала (рис.19). В пещерах «Трёхглазка» и «Верёвка» доля мышей этого вида была достоверно выше, чем доля других видов летучих мышей данной пещеры (критерий Фишера,  $p \leq 0,01$ ). В пещере «Лисьи норы-1» из трех найденных мышей один оказался ушаном, во второй «Лисьей норе» рукокрылых не было вовсе. В двух оставшихся пещерах ни разу не было обнаружено ушанов.

Вторым по встречаемости видом была водяная ночница. В Борщевских пещерах в разные учеты в двух соседних пещерах доля этих мышей от общего количества зверьков составляла от 15% до 62% (рис. 17, 18). При этом водяные ночницы обнаруживались всегда, и в обеих исследуемых пещерах.

В комплексе Саблинских пещер водяные ночницы регистрировались практически во всех пещерах, исключение составила пещера «Графский грот», где единственная обнаруженная в конце октября ночница оказалась ночницей Брандта (рис.19).

Как в Борщевских, так и в Саблинских пещерах в изученные нами периоды над остальными видами ночниц доминировала водяная (рис. 20). Доля зверьков этого вида достоверно превышала частоту встречаемости других ночниц (критерий Фишера,  $p \leq 0,01$ ).

В Борщевских пещерах можно отметить следующую тенденцию: с течением времени доля ночниц Брандта постепенно увеличивалась с ноября по февраль, а к марту снизилась (рис.21). В осенний и зимний выезды 2018 года в Борщевские пещеры наблюдалась такая же ситуация - доля ночниц Брандта возрастает с ноября до декабря. По сравнению с осенью 2017 года доля ночниц Брандта увеличилась более, чем в два раза, как в ноябре, так и в декабре (рис. 22). Прудовая ночница отмечалась нами всего дважды: в декабре 2017 и декабре 2018, оба раза в Готической пещере.

В Саблинских пещерах доля ночниц Брандта от обнаруженных нами ночниц составляла около 30% и практически незначительно увеличилась с

ноября до декабря (рис. 20). Интересно, что в декабре 2018 года доля ночниц Брандта в Борщевских и Саблинских пещерах была практически одинаковой. В ноябре в комплексе Саблинских штолен было найдено 3 ночницы Наттерера, которые составили 15% от встреченных нами в тот день ночниц (рис.20). Стоит упомянуть, что и в «Графском гроте», и в «Пляжной» мы обнаружили только два вида: водяная ночница и ночница Брандта.

В обоих комплексах пещерах мы встречались с северными кожанками, в Борщеве суммарное их количество за один учет не превышало 2, тогда как в Саблино мы регистрировали до четырех кожанков одновременно.

### Условия зимовки

В течение каждого учета мы регистрировали высоту, на которой находились мыши. В дальнейшем, для сравнения разных пещер, высчитывали относительную высоту, на которой располагались рукокрылые.

Согласно анализу средних показателей относительных высот зимовки рукокрылых в Саблинских пещерах отмечается следующее: как для ушанов, так и для ночниц максимальная относительная высота расположения в пещере наблюдается в октябре, и снижается к ноябрю. В декабре эти показатели для ушанов падают еще ниже, а у ночниц, наоборот, возрастают (рис.23). Таким образом, в начале зимовки ночницы и ушаны располагаются примерно на равных высотах в пещерах. В дальнейшем ночницы в среднем висят на стенах пещеры ниже, чем ушаны. К декабрю эта закономерность кардинально изменяется, и ночницы располагаются в среднем выше, чем ушаны.

Проанализировав относительные высоты, на которых зимовали летучие мыши в Борщевских пещерах, была выявлена некоторая закономерность: в любое время учета ночницы всегда располагались достоверно выше на сводах пещер, чем ушаны (Т-Критерий Стьюдента,  $p \leq 0,05$ ). Интересно, что существует период времени, когда и ушаны, и ночницы предпочитают располагаться выше, чем в другое время зимовки. Максимальные относительные высоты обнаруживаются в ноябре и декабре как 2017, так и 2018 года (рис.24). Наибольшие различия по высоте расположения зверьков в Борщевских штольнях наблюдаются в феврале и марте. При этом средняя высота, на которой обнаруживаются ушаны, ниже, чем в другие месяцы учета. Как и в случае с Саблинскими пещерами, в Борщеве летучие мыши по мере зимовки перемещаются на более высокие части проходов и залов пещер.

Учитывая описанные выше закономерности, нам представлялось интересным проанализировать истинные высоты, на которых переживают зиму рукокрылые. В Борщевских пещерах достоверно большая доля ночниц висела на расстоянии от 2,0 до 3,5 м от пола пещеры (критерий Фишера,  $p \leq 0,01$ ) (рис.25). Ушаны располагались ниже, чем ночницы, достоверно большая доля от числа ушанов в пещерах зимовала в промежутке от 1 до 2 м от пола (критерий Фишера,  $p \leq 0,01$ ). При этом оба этих рода рукокрылых

встречались на самых разнообразных высотах в пещере. Минимальное расстояние от пола до зимующей мыши составило 30 см (до ушана), а максимальное – 7,5 м (до ночницы). Благодаря наличию высоких залов летучие мыши не ограничены в выборе высот зимовки.

В Саблинских пещерах достоверно большая доля ночниц располагалась на расстоянии от 1,5 м до 2 м (критерий Фишера,  $p \leq 0,05$ ) (рис.26). Учитывая максимальную высоту пещер – около 5 м, можно было бы предположить, что, как и в случае с Борщевскими пещерами, ночницы будут занимать все предоставленное пространство. Однако, не было обнаружено ни одной мыши на высоте более 4,5 м. Среди ушанов достоверно большая доля предпочитала располагаться на высоте от 0,5 м до 1,5 м (критерий Фишера,  $p \leq 0,01$ ). Максимальная высота, на которой еще отмечались эти летучие мыши, составляла 3,5 м. Любопытным представляется тот факт, что в Саблинских штольнях мыши никогда не зимовали низко, в промежутке от пола до 0,5 м высоты, тогда как в Борщевских пещерах заметное количество мышей (8% ночниц и 11% ушанов) располагались именно на таком высотном промежутке.

Устраиваясь на зимовку, летучие мыши могут выбирать не только высоты, на которых им предпочтительней находиться. Часть зверьков заползает в щели и норки в стенах или потолке пещеры, часть предпочитает зимовать открыто.

В обеих пещерах в осенний период зимовки рукокрылых достоверно большая доля летучих мышей располагались открыто на стенах или потолке пещеры (критерий Фишера,  $p \leq 0,01$ ) (рис.27). Доля рукокрылых, располагающихся в укрытиях, больше в Борщевских пещерах, нежели в Саблинских. Как в тех, так и в других штольнях нам пришлось выделить особый тип расположения мышей – «полущель», или «норка», когда зверек ложился в цилиндрическое горизонтальное углубление в стене (рис.28).

В течение осени и зимы доля рукокрылых, зимующих закрыто, остается почти неизменной. В начале весны, в марте, наблюдается увеличение частоты встреч зверьков, спрятавшихся в щели или норки (рис.29).

Летучие мыши на зимовках могут образовывать скопления, или группы, либо зимовать поодиночке. Мы проанализировали способы зимовки мышей в исследуемых пещерах. Было выявлено, что достоверно большая доля рукокрылых зимует одиночно, не образуя скоплений (критерий Фишера,  $p \leq 0,01$ ). Все обнаруженные нами скопления были моновидовыми, смешанных групп не было обнаружено ни разу. Чаще всего мы регистрировали двух зверьков, зимующих рядом друг с другом. В Борщевских пещерах это были ночницы и ушаны. В один из выездов в группу ночниц входило 6 особей. В Саблинских пещерах мы обнаружили группу северных кожанков, состоящую из трех особей.

Доля рукокрылых, зимующих в группе в Саблинских пещерах, практически не менялась за все три учета и составляла от 6% до 8% от всех обнаруженных в данном комплексе летучих мышей (рис. 30). В Борщевских

штольнях наблюдалась схожая ситуация: в ноябре и декабре 2018 года доля зверьков, располагающихся в группе, составила 5% и 7% от общего числа мышей за выезд, соответственно (рис. 31). Осенью и зимой 2017-2018 года мы наблюдали более полную картину зимовки и отметили, что в октябре все рукокрылые спали поодиночке, в ноябре 4% зверьков образовали группы, в следующем месяце их доля возросла до 7%, в январе она составляла 3%, а ближе к весне доля летучих мышей, находящихся в группах постепенно увеличивалась до 10% в феврале и 23% в марте (рис.31).

Одним из важных факторов, влияющих на зимовку рукокрылых, является температура окружающей среды. Условия в разных частях одной и той же пещеры могут заметно различаться. Так, в течение всей зимы в одних залах и проходах может сохраняться постоянная температура, около +6°C или +7°C. Данную тенденцию мы наблюдали в обеих Борщевских пещерах, где в наиболее изолированных и удаленных от входа частях было теплее всего (рис.32). В других зонах этих пещер колебания температур, в зависимости от времени года, были существенней. Так, в проходах, близких к входу, температура внутри пещер иногда опускалась до -2°C.

Во всех обследованных нами Саблинских пещерах температура в любых участках пещер в декабре стала заметно ниже по сравнению с температурой, зарегистрированной в ноябре (рис.33). Только в пещере «Пляжная» была обнаружена зона, где температура оставалась относительно неизменной.

Мы предполагали, что рукокрылые в пещерах будут преимущественно располагаться в наиболее теплых местах пещер. Однако корреляции между температурой в разных зонах пещер и численностью мышей в них обнаружено не было (коэффициент ранговой корреляции Спирмена). В одной из Борщевских пещер, «Двенадцатистолбовой», даже наблюдалась обратная картина: среднее количество мышей было больше в одном из наиболее прохладных мест пещеры (по средним показателям температур за период осень-весна 2017-2018 гг.) (рис.34). В соседней, «Готической» пещере в большинстве зон средняя численность летучих мышей тем меньше, чем ниже средняя температура окружающего воздуха. Однако в самом теплом участке пещеры, зоне 5, зверьков всегда насчитывалось меньше, чем в соседней, более холодной зоне.

На размещение зверьков по пещере может оказывать влияние влажность внутри пещер. Однако зависимости между влажностью и количеством летучих мышей выявлено не было (рис.35). Влажность внутри пещер всегда была высокой, в определенных местах достигала уровня 100%. Минимальная зарегистрированная влажность составляла 85%. В Саблинских пещерах влажность внутри пещер в декабре была выше по сравнению с ноябрем (рис.36).

Распределение разных родов летучих мышей (ушанов и ночниц) по пещерам различалось. В Борщевских пещерах, где мы проследили большую часть сезона, можно было наблюдать следующие закономерности - как в

«Готической», так и в «Двенадцатистолбовой» мыши располагались в удаленных от входов зонах, причем, чем холоднее становилось снаружи пещер, тем глубже внутрь пещер перемещались животные. При этом ушаны предпочитали находиться в тупиках, в то время как ночницы выбирали места для зимовки в проходах либо высоких залах, избегая длинных проходов со сквозняками (рис.37, 38, 39, 40).

В комплексе Саблинских пещер мы рассматривали осенний период 2018 года. В «Трехглазке» большая часть зверьков располагалась в длинном тоннеле, причем многие выбирали в качестве зимовочных убежищ колодцы на потолке прохода. Интересно, что мы обнаружили северного кожанка в нескольких метрах от входа, хотя в большинстве случаев мыши, которых мы отмечали, предпочитали находиться на большем расстоянии от входа (рис.41).

В «Веревке» летучие мыши распределяются по пещере достаточно равномерно, избегая входа и длинного коридора напротив, где, возможно, есть сквозняки (рис.42).

В «Графском гроте» летучая мышь, которая отмечалась все три учёта, не меняла своего местоположения, вторая особь, которую мы нашли в ноябре, в декабрьском учёте также висела на том же месте. Одна из них выбрала самый высокий зал пещеры, другая расположилась в соседнем проходе (рис.43).

Довольно сложная по строению, пещера «Пляжная» была практически не заселена мышами. Тех особей, которых мы отмечали, мы обнаружили в наиболее дальних частях пещеры (рис.44). В длинном и узком проходе, соединяющем две условные части пещеры, явно ощущался сквозняк. Одна из мышей висела рядом с «водокапом» - местом, где с потолка непрерывно капала и текла вода.

В январе и феврале 2018 года в Борщевских пещерах, а также осенью и зимой 2018 года в Саблинских мы обнаружили некоторое количество трупов рукокрылых. В первых пещерах суммарно насчитывалось 4 умерших летучих мыши. В Саблинских также 4, причем в «Трехглазке» и 3 в «Лисьей норе 1». Состояние их не позволяло определить видовую принадлежность.

## Обсуждение

Мы проанализировали физические характеристики обследованных пещер. Все исследуемые пещеры имеют различия в ряде факторов: влажности, амплитуде температур, протяженности и разнице высот. Пещера «Верёвка» сильно выделяется среди исследуемых пещер, так как имеет самую большую протяженность ходов (970 метров). В этой пещере не наблюдалось резких перепадов температуры в разных её частях, за весь период исследований здесь сохранялся температурный режим не ниже 6,2°C и не более 9,2°C.

«Лисьи норы» и «Графский грот» из-за малой протяженности (12 метров и 79 соответственно) и небольшой высоты проходов («Лисьи норы» - от 0,54 м до 1,8 м; «Графский грот» - от 0,51 м до 2,8 м) обособлены от комплекса Борщевских пещер («Двенадцатистолбовая» и «Готическая»), «Пляжной» и «Трёхглазки». Борщевские пещеры в свою очередь обладают наибольшим контрастом высот («Двенадцатистолбовая» - от 0,35 м до 7,7 м; «Готическая» - от 0,35 м до 8,9 м), также сильно выраженной разницей максимальных и минимальных температур.

За весь период исследования в Борщевских и Саблинских пещерах нами было обнаружено 6 видов рукокрылых: бурый ушан, северный кожанок, водяная, прудовая ночницы, ночница Брандта, ночница Наттерера. Все они ранее отмечались на территории нашей области другими авторами (Чистяков, Никулин, 2010; Ковалев, 2014). Ночница Наттерера была обнаружена нами только в Саблинских пещерах, что совпадает с наблюдениями других авторов, исследовавших Саблинские (Чистяков, Никулин, 2010) и Борщевские штольни (Щеховский, 2015).

Из видов, которые остаются в Ленинградской области на зимовку мы не обнаружили только усатую ночницу, возможно по той причине, что она является видом-двойником ночницы Брандта и сложна в определении, а также встречалась в нашей области всего несколько раз (Айрапетьянц и др., 1987).

Зимовка рукокрылых в Борщевских пещерах изучалась достаточно мало, однако некоторые авторы указывают, что в 2013-2015 годах в этих штольнях «Готическая» на зимовке отмечалось 3 вида летучих мышей: ушан бурый, водяная ночница и ночница Брандта, а в «Двенадцатистолбовой» только 2 вида - бурый ушан и водяная ночница (Щеховский, 2015). Помимо вышеперечисленных видов как во время зимовочного периода 2017-2018 годов, так и в осенне-зимний период 2018 года мы отметили ночницу Брандта в «Двенадцатистолбовой», и прудовую ночницу в «Готической».

Интересно, что прудовая ночница, которая является очень редким видом для Ленинградской области (Чистяков, Богдарина, 2010), была встречена нами как в декабре 2017, так и в том же месяце 2018 года. Для прудовых ночниц в целом более характерно зимовать большими

скоплениями, до 60 особей (Чистяков, Никулин, 2010), в связи с этим данная встреча даже более занимательна.

Во время зимовки рукокрылых в период 2017-2018 года мы неоднократно встречали северного кожанка в обеих штольнях комплекса Борщевских пещер, однако ни в ноябре, ни в декабре 2018 года мы не нашли этот вид в Борщевских штольнях. Другие авторы (Щеховский, 2015) во время исследования Борщевских пещер в 2013-2015 годах не встречались с этим видом, что может быть связано с тем, что зимовка северных кожанков в данных убежищах происходит не каждый год. Также не ежегодные зимовки северных кожанков в Борщевских пещерах могут быть связаны с тем, что в 2017-2018 году в осенние выезды температура в штольнях колебалась от 6°C до 7,3°C (рис.27). В зимний учет температура внутри убежищ несколько снизилась: колебалась от 4,1°C до 6,6°C. При этом наши измерения несколько отличаются от проведенного в 2013-2014 гг. учета, когда в ноябре температура внутри пещер составляла 10°C. В год, когда северный кожанок не был отмечен нами, температура в Борщевских пещерах колебалась от 6,2°C до 10,1°C зимой. Возможно, именно столь высокая температура, а также ее колебания внутри пещер помешали северным кожанкам заселиться в штольни, поскольку этот вид считается холодоустойчивым (Новиков, 1970), и, возможно, предпочитает располагаться в местах с более низкой температурой.

Также, столь редкие встречи с ними могут объясняться высокой степенью синантропизации вида, и, следовательно, можно предположить, что этот вид предпочитает зимовать в постройках человека.

Ночница Наттерера отмечалась нами только в Саблинских пещерах, вероятно из-за того, что ареал ее зимовочных убежищ не затрагивает Борщевские пещеры, находясь несколько северо-западнее (Щеховский, 2015).

Также нам посчастливилось регулярно отмечать ночницу Брандта (рис.6) в обоих комплексах пещер, о которой имеются сведения, что этот вид достаточно редко встречается на зимовках на территории Ленинградской области. (Чистяков, Богдарина, 2010).

В комплексе Борщевских пещер за оба периода зимовок рукокрылых, и в Саблинских пещерах численность найденных нами рукокрылых в осенне-зимний период неизменно увеличивалась (рис.7, рис.8). Этот факт можно объяснить тем, что летучие мыши продолжают прилетать на места зимовки или менять их на более комфортные, перемещаясь из маленьких промерзающих укрытий (например, из-под коры деревьев) в штольни. Однако, корреляции между численностью мышей в пещерах и температурой окружающей среды вне пещер выявлено не было (коэффициент ранговой корреляции Спирмена) (рис.34).

Процесс поиска более удобного для зимовки убежища может продолжаться у рукокрылых и после массового залегания летучих мышей в спячку, которое, по данным исследователей, осуществляется в конце

сентября-октябре, но может быть достаточно затянутым (Чистяков, Никулин, 2010). Можно предположить, что возрастающая численность зверьков указывает на то, что процесс прилета рукокрылых на места зимовок сильно растянут в течение осени и длится с октября до декабря. В то же время, по мнению других авторов, даже самые холодостойкие виды перемещаются на зимовки к концу ноября (рис.45) (Новиков и др., 1970).

В течение сезона 2017-2018 было выявлено, что максимум численности зимующих зверьков в Борщевских штольнях приходится на декабрь (рис.12). В дальнейшем, количество мышей постепенно уменьшается. Это может быть связано как со смертностью зимующих рукокрылых, так и с постепенным оттоком их из пещеры. В конце марта зверьки могут начинать выходить из зимней спячки и перемещаться к местам своего обитания.

При сравнении численности мышей из двух комплексов пещер средней и маленькой протяженности - Саблино и Борщево, существенных различий в суммарном количестве зимующих зверей обнаружено не было. Однако, проанализировав данные за осень и начало зимы 2017 и 2018 годов, мы обнаружили заметное уменьшение численности зимующих рукокрылых в Борщевских пещерах (рис.14). Причиной этому может быть множество факторов, в том числе переселение мышей в другие зимовочные убежища, общее уменьшение числа рукокрылых в данной местности. Но также особое влияние на этих зверьков может оказывать антропогенный фактор. Большое количество посетителей, не понимающих важности зимовки для рукокрылых, громко разговаривающих в пещерах, пытающихся потрогать или сфотографировать мышей, может существенно менять условия зимовочных убежищ и приводить к исчезновению рукокрылых из этих мест. В Борщевских пещерах каждый второй выезд нам попадались группы людей в 3-5 человек, посещающих пещеру ради развлечения. Однажды мы застали компанию взрослых и детей, слушающих громкую музыку через портативную колонку, планирующих переночевать в Готической пещере.

В Саблинских пещерах во время учета мышей в пещере “Трехглазка” мы отметили группу из 30 школьников младших классов, свободно бегающих по пещере. В “Веревке” нам встретились 2 группы по 5 человек, и была обнаружена палатка, и остатки пищи. Помимо непосредственного вреда, наносимого летучим мышам, частые посещения пещер могут приводить к обвалам и изменениям мест зимовки рукокрылых.

Как в Саблинских, так и в Борщевских пещерах достоверно большую долю от всех найденных нами летучих мышей составляли ушаны (критерий Фишера,  $p \leq 0,01$ ) (рис.17, рис.18). Эти данные совпадают с наблюдениями других авторов, которые указывают, что подобное соотношение показано для большинства зимовочных убежищ умеренного климата (Мазинг, 1980). При этом согласно некоторым исследованиям, в Ленинградской области этот вид рукокрылым не является массовым. В летнее время гораздо чаще удается регистрировать ночниц разных видов (Ковалев и др., 2014).

Среди встреченных нами в зимовочных убежищах ночниц большая доля приходится на водяную ночницу (рис.20), что, вероятней всего,

объясняется более высокой численностью этого вида в нашем регионе, по сравнению с другими видами рода ночниц. Это подтверждается и другими авторами, проводившие исследования количества рукокрылых в околородных биотопах на реке Оредеж (Ковалев, Щеховский, 2014).

Большая часть встреченных нами зверьков зимовали поодиночке, не образуя групп и скоплений (рис.30, рис.31). Изредка нам встречались ушаны, водяные ночницы и северные кожанки, зимующие в группах от двух до шести особей. Эти скопления всегда носят внутривидовой характер, мы ни разу не отмечали, чтобы разные виды летучих мышей зимовали в плотном контакте друг с другом. Многие исследователи отмечают, что для всех обнаруженных нами видов рукокрылых, за исключением прудовой ночницы, характерна зимовка поодиночке (Новиков и др., 1970; Чистяков, Богдарина, 2010; Ковалев, 2014; Щеховский, 2015), причем не только в нашем регионе (Хабилев, 1980). Существует гипотеза, что, объединяясь в группы, рукокрылые стремятся поддерживать более теплую температуру внутри объединения. Это может быть важным аспектом зимовки для беременных самок (Новиков и др., 1970), хотя некоторые ученые предполагают обратное: для консервации спермы в теле самок требуется как раз низкая температура (Мосияш, 1985). Кроме того, данной теории противоречит обнаружение группы из северных кожанок, наиболее холодоустойчивых видов, зимовавших даже непосредственно над входом в пещеры.

Также рукокрылые выбирали разные стратегии размещения на стенах пещеры, достоверная большая доля мышей зимовала открыто на стенах и потолках пещер (критерий Фишера,  $p \leq 0,01$ ) (рис.27).

Высота, на которой зимовали мыши разных родов, различалась. Так, среднее расстояние от пола до зимующей мыши в случае с ушанами было достоверно ниже средней высоты, на которой находились ночницы в большинстве проведенных учетов во всех обследованных комплексах пещер (рис.23, рис.24). При этом следует отметить, что, несмотря на более высокие залы и своды пещер в Борщеве, относительная высота, на которой располагались мыши, была выше в комплексе Саблинских штолен (рис.46). Вероятно, такое распределение зверьков по пещере связано с вертикальным температурным градиентом. Чаще всего выше всех в пещере располагались именно ночницы, которые, можно предположить, предпочитают более теплые условия. Ушаны, являясь более холодостойкими видами, вероятно, могли располагаться в более суровых условиях.

В Борщевских пещерах в начале залегания на зимовку достоверно большая часть ночниц предпочитала располагаться в более высоких частях проходов и залов, от 2 до 4 м (критерий Фишера,  $p \leq 0,01$ ). С течением времени этот вид распределялся более равномерно, занимая как самые низкие, так и самые высокие участки пещер. Возможно, вновь прилетающие зверьки занимали «свободные» участки стен, подходящих для проведения зимней спячки.

Ушаны распределялись по пещерам иным образом: достоверно большая доля ушанов предпочитала находиться на высотах, не

превышающих 2,5 м над землей (критерий Фишера,  $p \leq 0,01$ ). Полученные нами данные соответствуют литературным источникам, в которых сообщается о зимовках этого вида на высоте в пределах 1,2-2 м над землей (Новиков и др., 1970; Хабилов, 1980). Это явление может быть связано с тем, что ушаны, как достаточно холодоустойчивые зверьки, ищут для зимовок более прохладные части подземелий, опускаясь ниже, тогда как теплый воздух поднимается выше, используя так называемый вертикальный градиент (Новиков и др., 1970).

Множество ученых, изучающих зимовки рукокрылых, пишут, что эти зверьки стараются выбирать укрытия с умеренно низкой положительной температурой (4-6 градусов тепла) и высокой влажностью (до 100%) (Кузякин, 1971; Крускоп, 2013). Исследуемые нами пещеры вполне подходят для зимовки зверьков по этим параметрам. Хотя температура внутри пещер могла заметно колебаться, в Борщевских штольнях всегда отмечались наиболее теплые участки пещер, практически не различающиеся по параметрам температуры и влажности как друг от друга, так и в течение зимнего сезона (рис.32). Можно было бы предположить, что большинство рукокрылых будет стремиться выбирать именно эти зоны, с теплым и влажным микроклиматом. Однако корреляции между температурой в различных участках пещер и численностью мышей обнаружено не было (коэффициент ранговой корреляции Спирмена). Даже наоборот, в самых теплых, удаленных от входа участках регистрировалось меньшее количество зверьков по сравнению с соседними, более холодными зонами. Вероятно, на распределение рукокрылых по штольням могут оказывать влияние не только температура и влажность.

В то же время, анализируя картирование зимующих зверьков в различных пещерах, было выявлено, что в большинстве обследованных пещер рукокрылые предпочитают располагаться в удаленных от входа частях (рис.37-44). Если мы обнаруживали летучих мышей неподалеку от входа в пещеры, то чаще всего это оказывались наиболее холодостойкие виды, такие как северные кожанки и ушаны. Ночницы явно тяготели к удаленным участкам пещер, и чаще располагались в залах или тупиках, в то время как ушаны находились даже в длинных проходах, где температура могла опускаться до -2. В комплексе Саблинских пещер мы обнаружили всего одну мышь непосредственно над входом, это был северный кожанок.

## Выводы

1. В обследуемых пещерах было выявлено 6 видов рукокрылых: бурый ушан, северный кожанок, водяная ночница, ночница Брандта, ночница Наттерера и прудовая ночница. Последняя не отмечалась в Борщевских пещерах ранее.  
Видовой состав в Саблинских и Борщевских пещерах оказался схож, за исключением ночницы Наттерера, которую мы отметили только в Саблинских пещерах, и прудовой ночницы, которая была обнаружена нами только в Борщевских пещерах.
2. Во всех обследованных нами пещерах достоверно большую долю зимующих рукокрылых составили ушаны (критерий Фишера,  $p \leq 0,01$ )
3. Процесс залегания летучих мышей в пещеры на зимовку растянут с октября до декабря, на что указывает возрастающая численность зверьков.
4. Отмечено заметное уменьшение численности зимующих рукокрылых в Борщевских пещерах осенью и в начале зимы 2018 года по сравнению с теми же периодами в 2017 году.
5. В предпочтениях высот у разных родов выявлены достоверные различия: ночницы располагаются выше, чем ушаны (Т-Критерий Стьюдента,  $p \leq 0,05$ ). Причем, если первые в основном распределяются по всей высоте сводов пещер, то ушаны зимуют на высоте до 2 м, что может быть связано с вертикальным температурным градиентом.
6. На распределение зверьков по пещере оказывает влияние температура: большая часть рукокрылых зимует в наиболее теплых зонах, располагающихся далеко от входа, около которого несколько раз были отмечены лишь единичные особи.
7. Достоверно большая доля летучих мышей располагалась открыто, не прячась в щели и норки (критерий Фишера,  $p \leq 0,01$ ).
8. Достоверно большая часть рукокрылых зимовали поодиночке, не образуя пар и групп (критерий Фишера,  $p \leq 0,01$ ).

### Список использованной литературы:

1. Айрапетьянц А.Э., Стрелков П.П., Фокин И.М., 1987. Звери//Природа Ленинградской области. Л.: Лениздат. 143 с.
2. Ануфриев А. И., Ревин Ю. В. 2006. Биоэнергетика зимней спячки летучих мышей (Chiroptera: Vespertilionidae) в Якутии // Plecotus et al. № 9. Стр. 8–17.
3. Артамонов В.К., Орлова В.В., Потехина А.В., 2007. Саблино — неизвестная страна.//Уникальные памятники природы России. Санкт-Петербург: Сохранение природы и культурного наследия. 200 с.
4. Белкин В.В., Якимова А.Е., Панченко Д.В., Тирронен К.Ф., 2013. Рукокрылые (Chiroptera) на зимовках в республике Карелия//Известия Самарского научного центра Российской академии наук, том 15, №3(3). Петрозаводск. Стр. 1080-1083.
5. Гащак С.П., Влащенко А.С., Наглов А.В. 2009. Результаты изучения фауны и радиоактивного загрязнения рукокрылых Чернобыльской зоны отчуждения в 2007-2009 гг. //Проблеми Чорнобильської зони відчуження. Стр. 102-124.
6. Ивантер Э.В., 1986. Млекопитающие//Животный мир Карелии. Петрозаводск: Карелия. 224 с.
7. Калабухов Н.И. 1985. // Спячка млекопитающих . М.: Наука. 260 с.
8. Ковалев Д.Н., Логинов А.Д., 2014. Сохранение рукокрылых на территории Санкт-Петербурга и Ленинградской области//Сохранение природной среды и оптимизация ее использования в Балтийском регионе. Санкт-Петербургское общество естествоиспытателей. Стр. 339-349.
9. Ковалев Д.Н., Попов И.Ю., Щеховский Е.А., 2014. Различия видового состава летучих мышей на зимовках Ленинградской области в зависимости от расположения и микроклимата подземных убежищ//Сохранение природной среды и оптимизация ее использования в Балтийском регионе. Санкт-Петербургское общество естествоиспытателей. Стр.349-357
10. Ковалев Д.Н., Щеховский Е.А., 2014. Предварительная оценка численности водяных ночниц, *Myotis daubentonii* Ленинградской области и Санкт-Петербурга по данным летних учетов//Сохранение природной среды и оптимизация ее использования в Балтийском регионе. Санкт-Петербургское общество естествоиспытателей. Стр. 357-365
11. Кожурина Е.И., 2009. Конспект фауны рукокрылых России: систематика и распространение. // Plecotus et al. 11-12: Стр. 71–105.
12. Крускоп С.В., 2013. Летучие мыши: Происхождение, места обитания, тайны образа жизни. М.: Фитон XXI. 184 с.
13. Кузнецов С. С., Селиванов Г. Д. 1940. Геологическая экскурсия по долине р. Саблинке Ленинградской области. Стр 64.

14. Кузякин А.П., 1950. Летучие мыши (Систематика, образ жизни и польза для сельского и лесного хозяйства), М.: Государственное издательство «Советская наука». 442 с.
15. Кузякин А.П., 1971. Отряд Рукокрылые (Chiroptera)//Жизнь животных, т. 6. М.: Просвещение. Стр. 98-119
16. Курсков А.Н., 1978. Рукокрылые охотники, М.: Лесная промышленность. 136 с.
17. Курсков А.Н., 1981. Рукокрылые Беларуси. Мн.: Наука и техника. 136 с.
18. Лопатин Д.В., Болтрамович С.Ф., Сытина И.А. 2009 Об эрозионно-аккумулятивных циклах в долине реки Тосны бассейна р. Невы. Стр 238.
19. Мазинг М.В., 1980. О местах зимовки рукокрылых в Эстонии // Рукокрылые (Chiroptera). М.: Наука. Стр. 196-198.
20. Миронова Т.И., Слепян Э.И., 1983. Природа Ленинградской области и её охрана//Лениздат 1983. Стр. 145.
21. Мосияш С.С., 1985. Летающие ночью // Научно-популярный очерк о рукокрылых. М.: Знание. 160 с.
22. Носков Г.А., 2004. Красная книга природы Санкт-Петербурга. СПб.: АНО НПО «Профессионал». 416 с.
23. Носков Г.А., 2004. Красная книга природы Санкт-Петербурга. СПб.: АНО НПО «Профессионал». 416 с.
24. Носков Г.А., Боч М.С., 1999. Красная книга природы Ленинградской области. Т.1.СПб.: Изд-во «Акционер и К». 352 с.
25. Носков Г.А., Боч М.С., 1999. Красная книга природы Ленинградской области. Т.1.СПб.: Изд-во «Акционер и К». 352 с.
26. Орлов О.Л., Смагин А.И., Тарасов О.Л., 2005. Исследование зоогенного выноса радионуклидов рукокрылыми. // Вопросы радиационной безопасности, 4: Стр. 12-20.
27. Павлинов И.Я., 2002. Краткий определитель наземных зверей России. М.:изд-во МГУ. 165 с.
28. Павлинов И.Я., Крускоп С.В., Варшавский А.А, Борисенко А.В, 2002. Наземные звери России. Справочник-определитель. М.: изд-во КМК. Стр. 44-78
29. Пукинский Ю.Б., Айрапетьянц А.Э., Новиков Г.А., Стрелков П.П., Тимофеева Е.К., 1970. Звери Ленинградской области (фауна, экология и практическое значение). Л., изд.-во ЛГУ. 362 с.
30. Смирнов Д.Г., Вехник В.П., Курмаева Н.М., Шепелев А.А., Ильин В.Ю. 2007. Видовая структура и динамика сообщества рукокрылых (Chiroptera: Vespertilionidae), зимующих в искусственных подземельях Самарской Луки // Изв. РАН.Сер. биол. № 5. Стр. 608-618.
31. Соколов В.Е., 1973. Систематика млекопитающих. Учебное пособие для университетов, т.1. М.: Высшая школа. Стр.173-289.

32. Стрелков П. П., 1958. Материалы по зимовкам летучих мышей в Европейской части СССР // Тр. АН СССР. Зоол. ин-т. Т. 25. Стр. 255 - 303.
33. Тарасов О.В., Покаржевский А.Д., Мартюшов В.З. Перенос радионуклидов летучими мышами // Биоиндикация радиоактивных загрязнений. М.: Наука, 1998.Стр. 347–353.
34. Хабилов Т.К., 1980. О зимовках рукокрылых в северном Таджикистане// Рукокрылые (Chiroptera). М.: Наука. Стр.77-87.
35. Чистяков Д. В., 1999. Оценка современного состояния зимовок рукокрылых (Chiroptera Vespertilionidae) Ленинградской области// Вестник СПбГУ. Сер. 3. Вып. 1 (№ 3). Стр. 41-47.
36. Чистяков Д.В., Никулин А.Д., 2010. Влияние антропогенного фактора на состояние зимовок рукокрылых Ленинградской области//Спелеология и спелестология: развитие и взаимодействие наук. Набережные Челны. Стр. 320-322.
- 37.Щеховский Е.А., 2015 а. Летучие мыши в городской среде// Региональное использование природных ресурсов и проблемы сохранения биоразнообразия. Материалы X ежегодной молодежной экологической школы-конференции в усадьбе «Сергиевка» - памятнике природного и культурного наследия. Изд-во «Издательство ВВМ». Стр.193-198
38. Breukelen F., Martin S. L. 2002. Invited Review: Molecular adaptations in mammalian hibernators: unique adaptations or generalized responses? // J. Appl. Physiol. Vol. 92. P. 2640–2647.
39. Geiser F. 2004. Metabolic rate and body temperature reduction during hibernation and daily torpor // Annu. Rev. Physiol. Vol. 66. P. 239–274.
40. Heldmaier G., Ortmann S., Elvert R. 2004. Natural hypometabolism during hibernation and daily torpor in mammals // Respir. Physiol. Neurobiol. Vol. 141. P. 317–329.

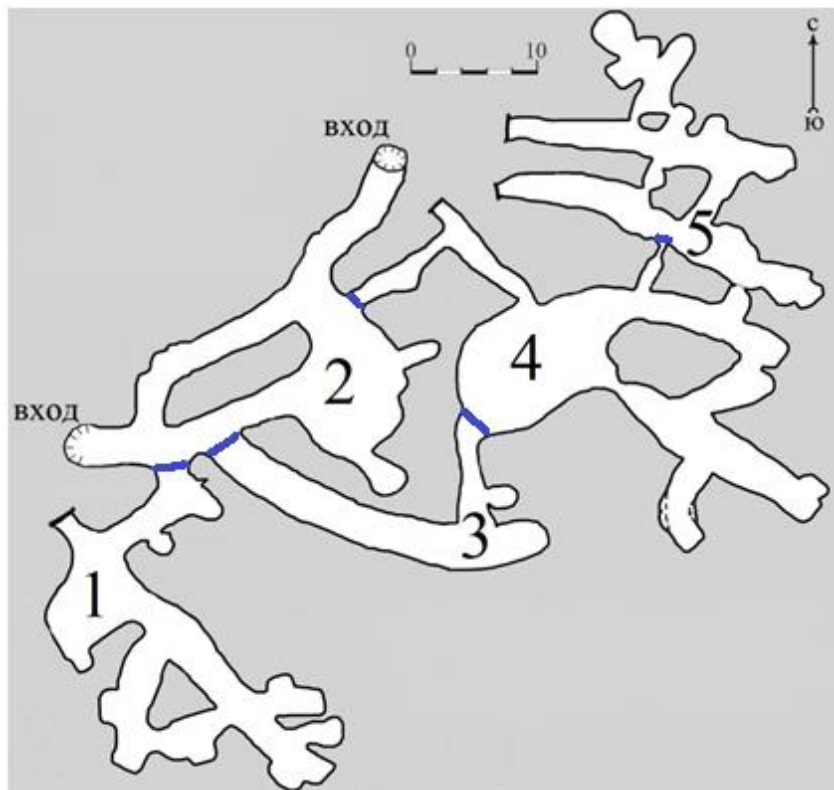
## **Приложение**



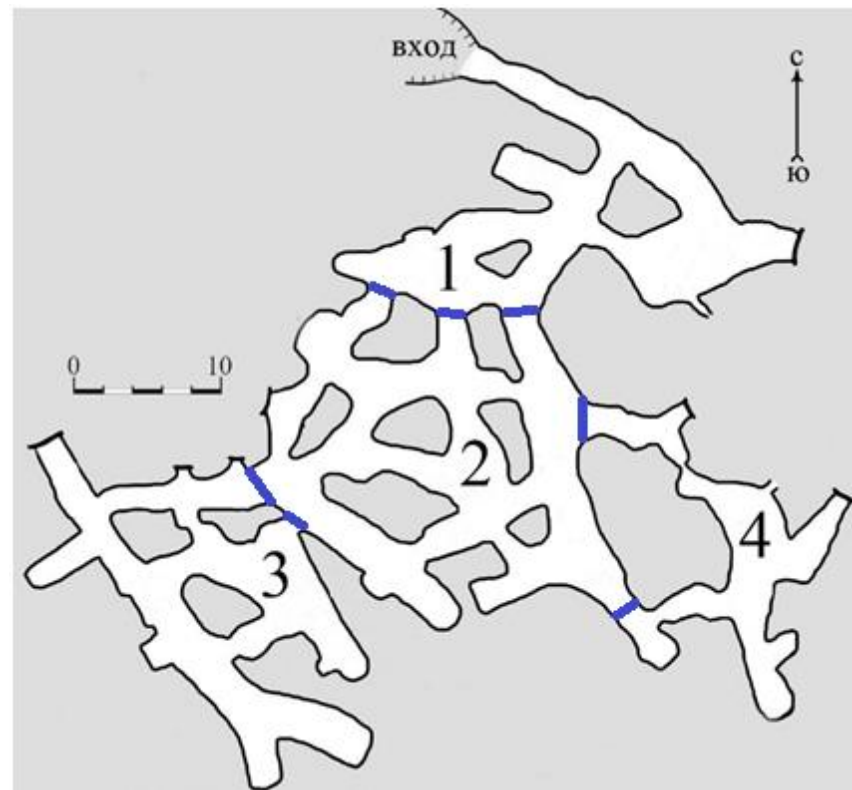
**Условные обозначения:**

- Место расположения пещер
- ↔ Расстояние от Санкт-Петербурга до пещер

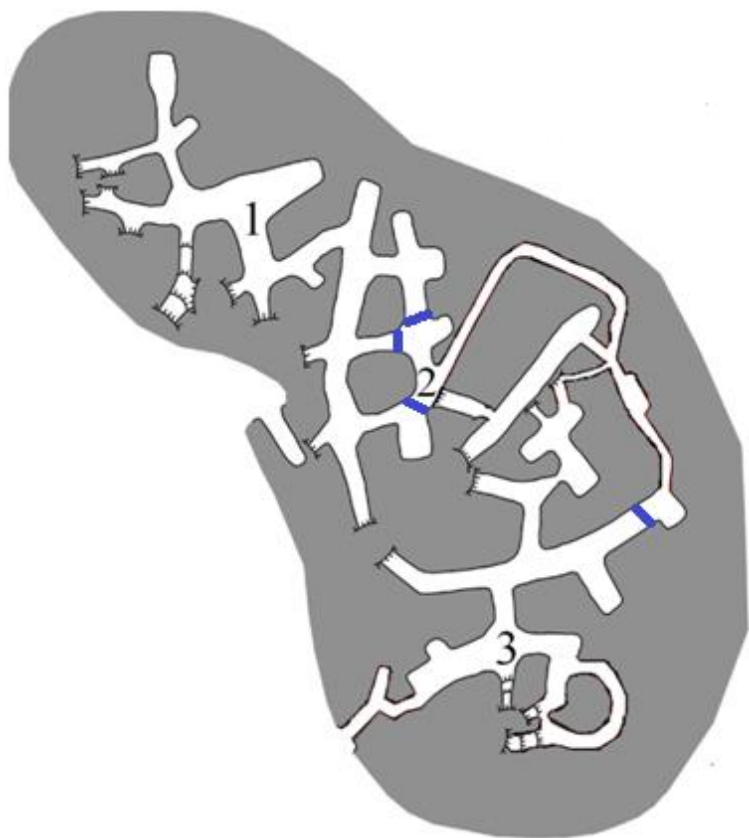
**Рис.1. Расположение исследуемых пещер относительно Санкт-Петербурга**



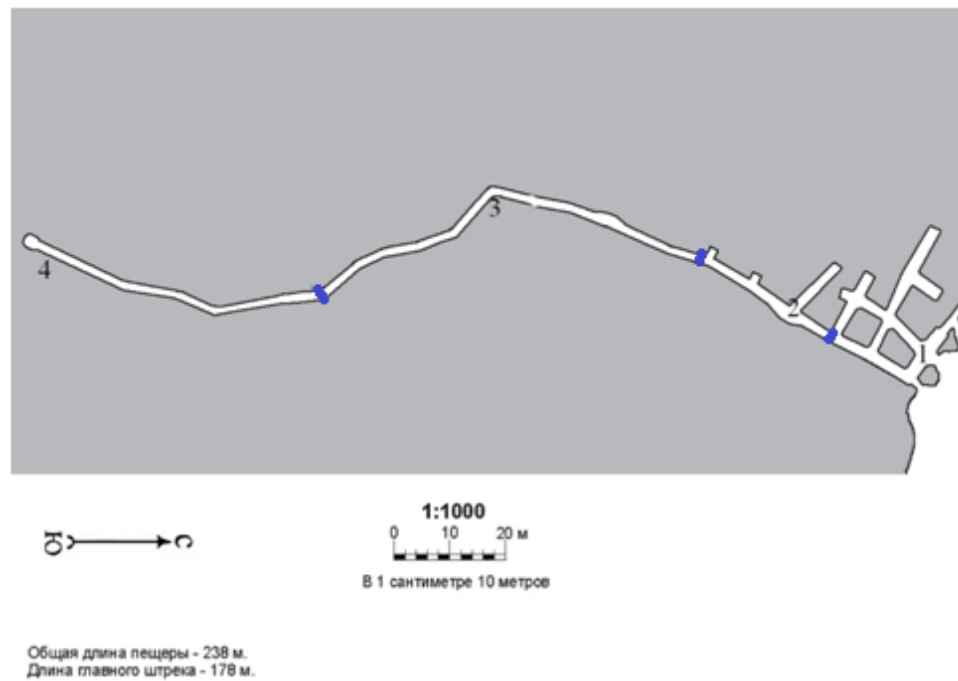
**Рис.2. Условные зоны в «Готической»**



**Рис.3. Условные зоны в «Двенадцатистолбовой»**



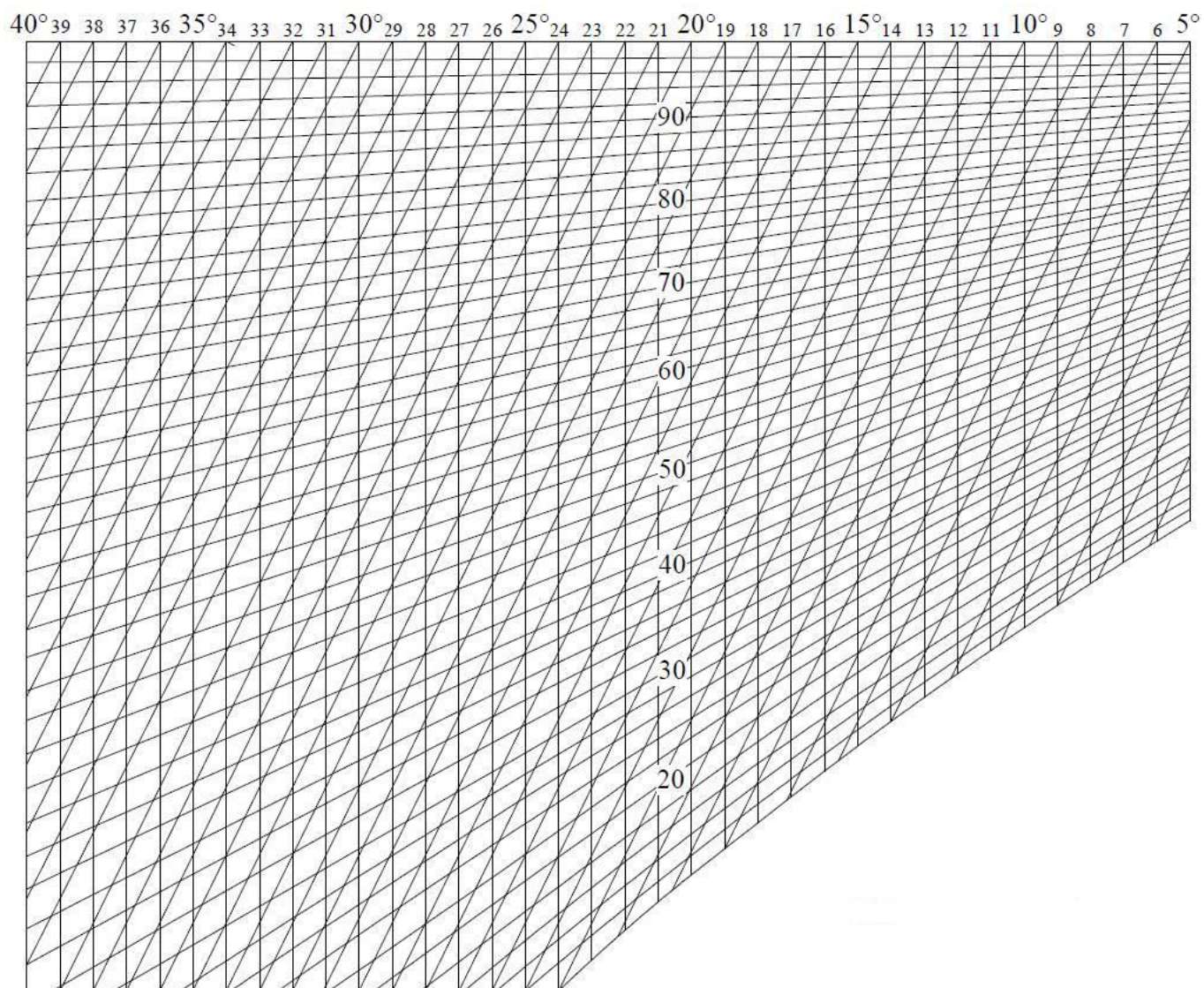
**Рис.4. Условные зоны в «Пляжной»**



**Рис.5. Условные зоны в «Трехглазке»**



**Рис.6. Условные зоны в «Веревке»**



**Рис.7. Психрометрический график для определения влажности воздуха по аспирационному психрометру**



**Рис.8. Северный кожанок**



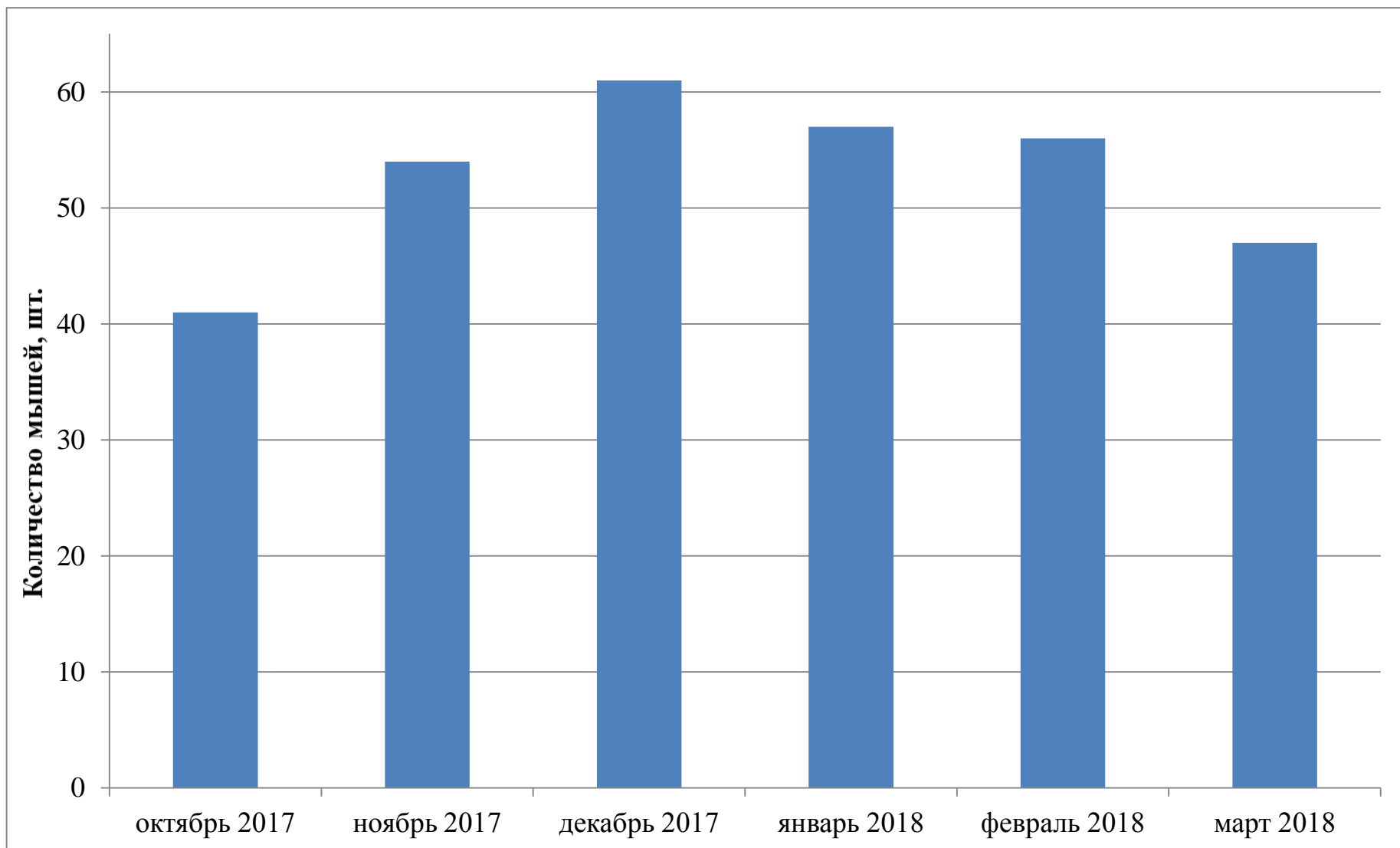
**Рис.9. Бурый ушан**



**Рис.10. Водяная ночница**



**Рис.11. Ночница Брандта**



**Рис.12. Численность рукокрылых Борщовских пещер в осенне-зимний период 2017-2018 года**

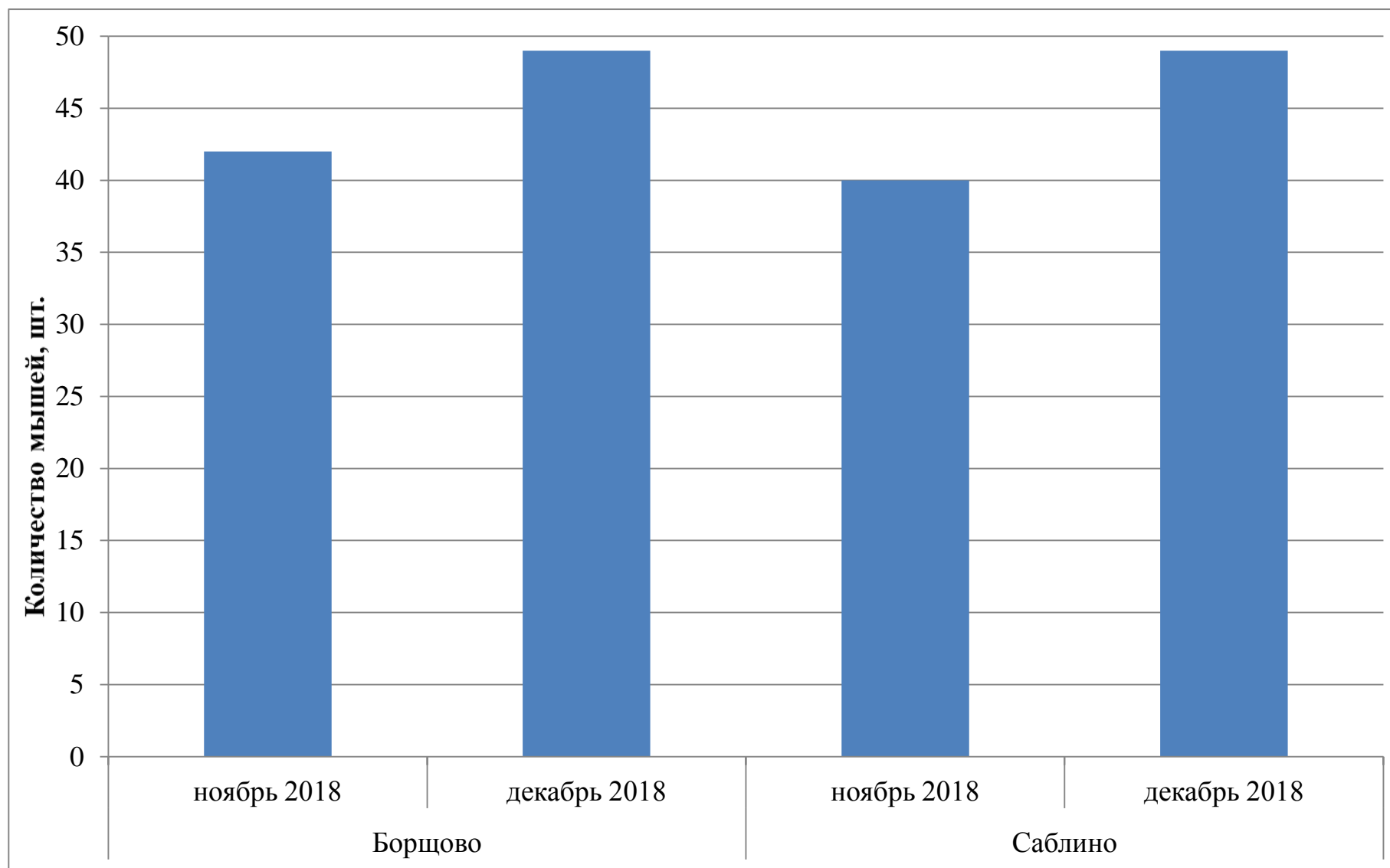
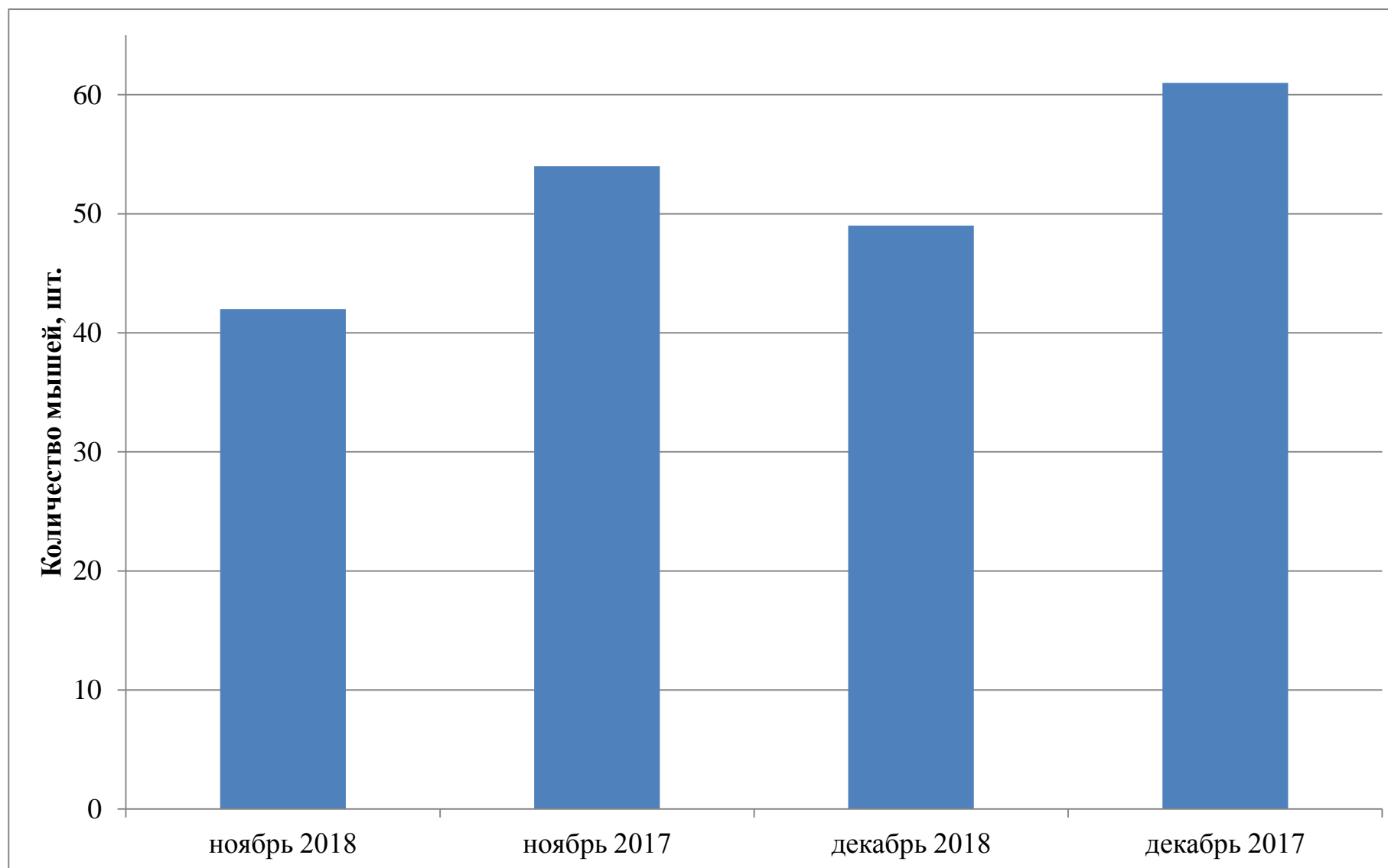
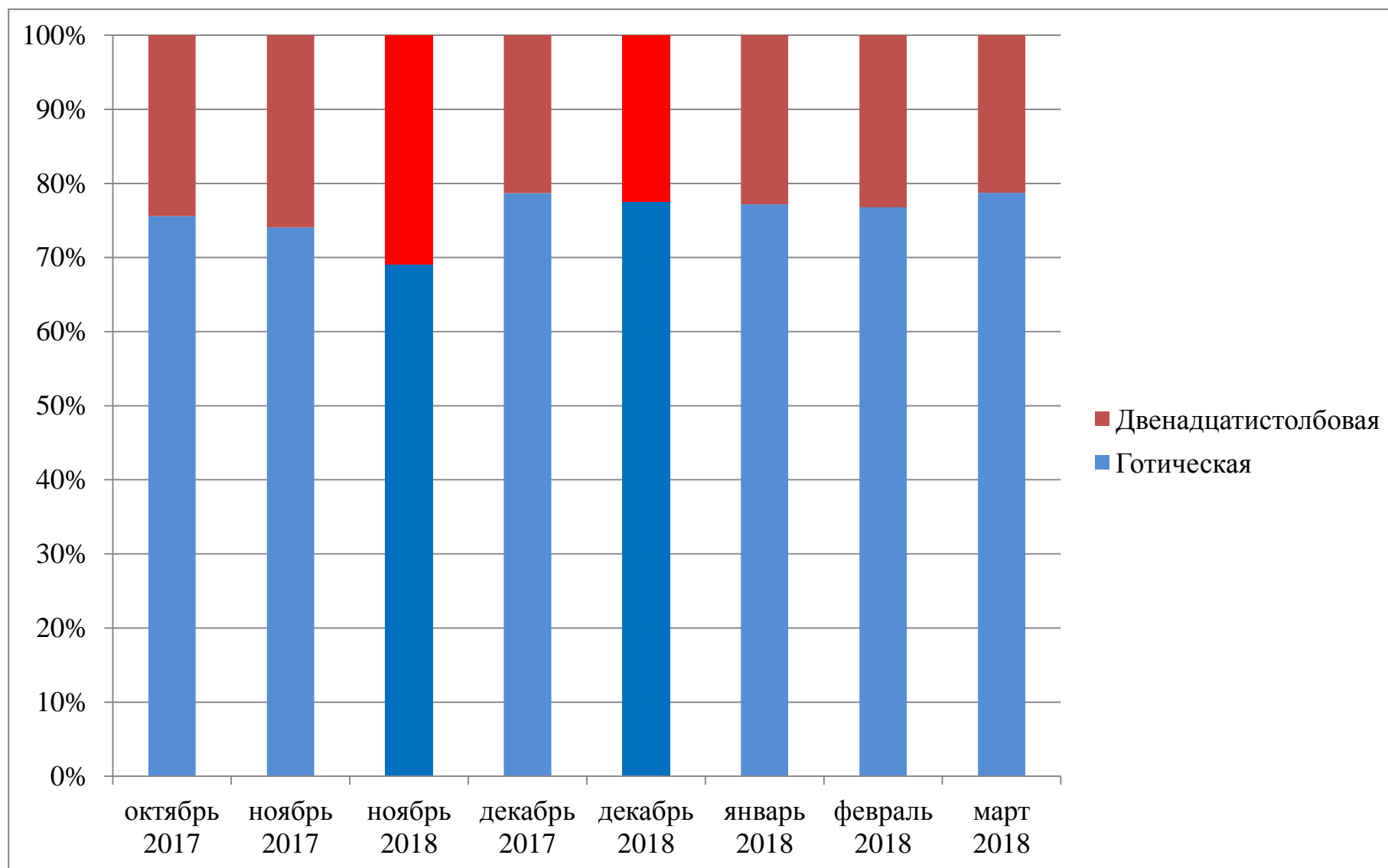


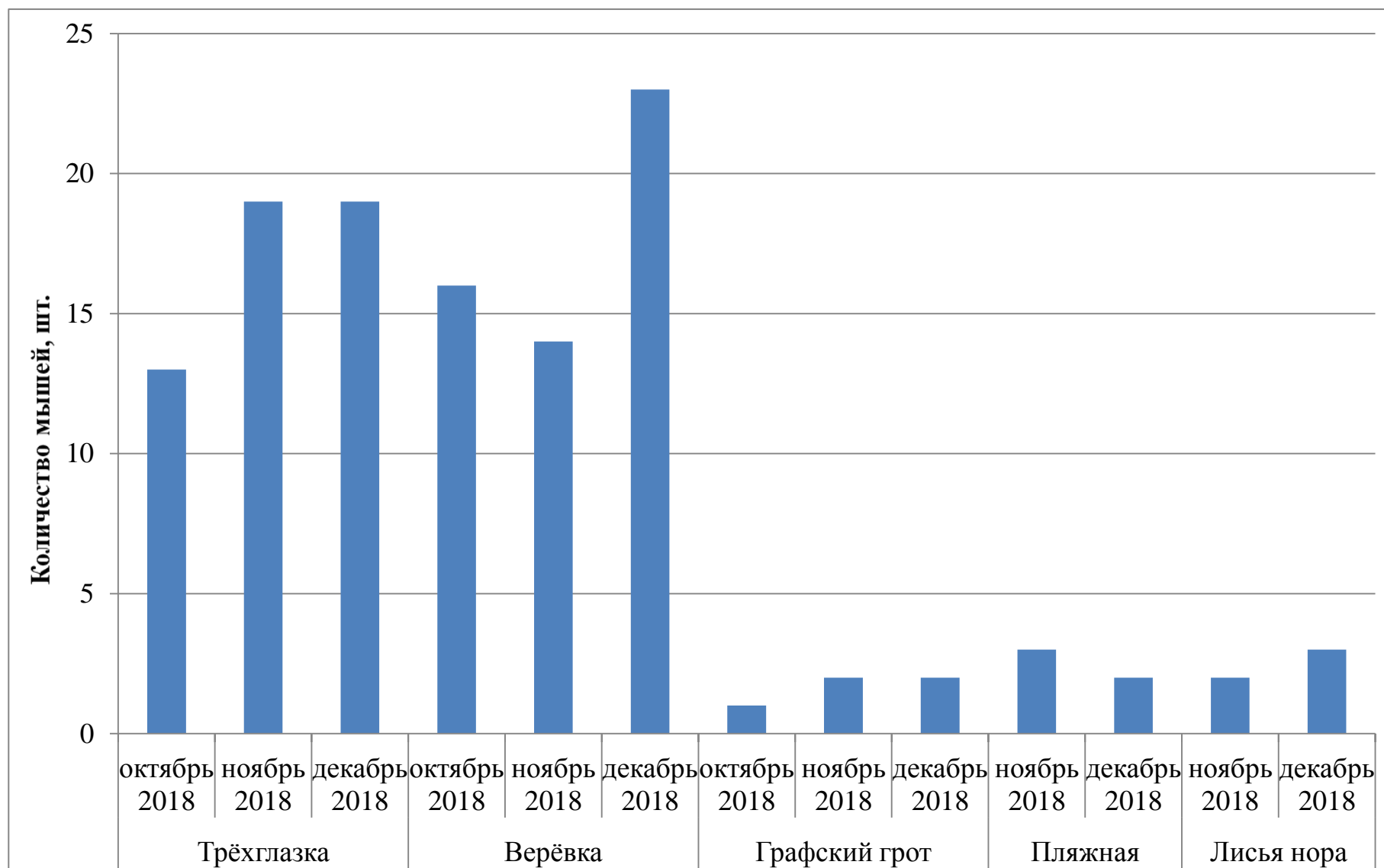
Рис.13. Численность рукокрылых в Борщовских и Саблинских пещерах в 2018 году



**Рис.14. Сравнение численности рукокрылых в Борщовских пещерах в ноябре и декабре 2017 и 2018 годов**



**Рис.15. Доля рукокрылых в «Готической» и «Двенадцатистолбовой» пещерах**



**Рис.16. Численность летучих мышей в Саблинских пещерах**

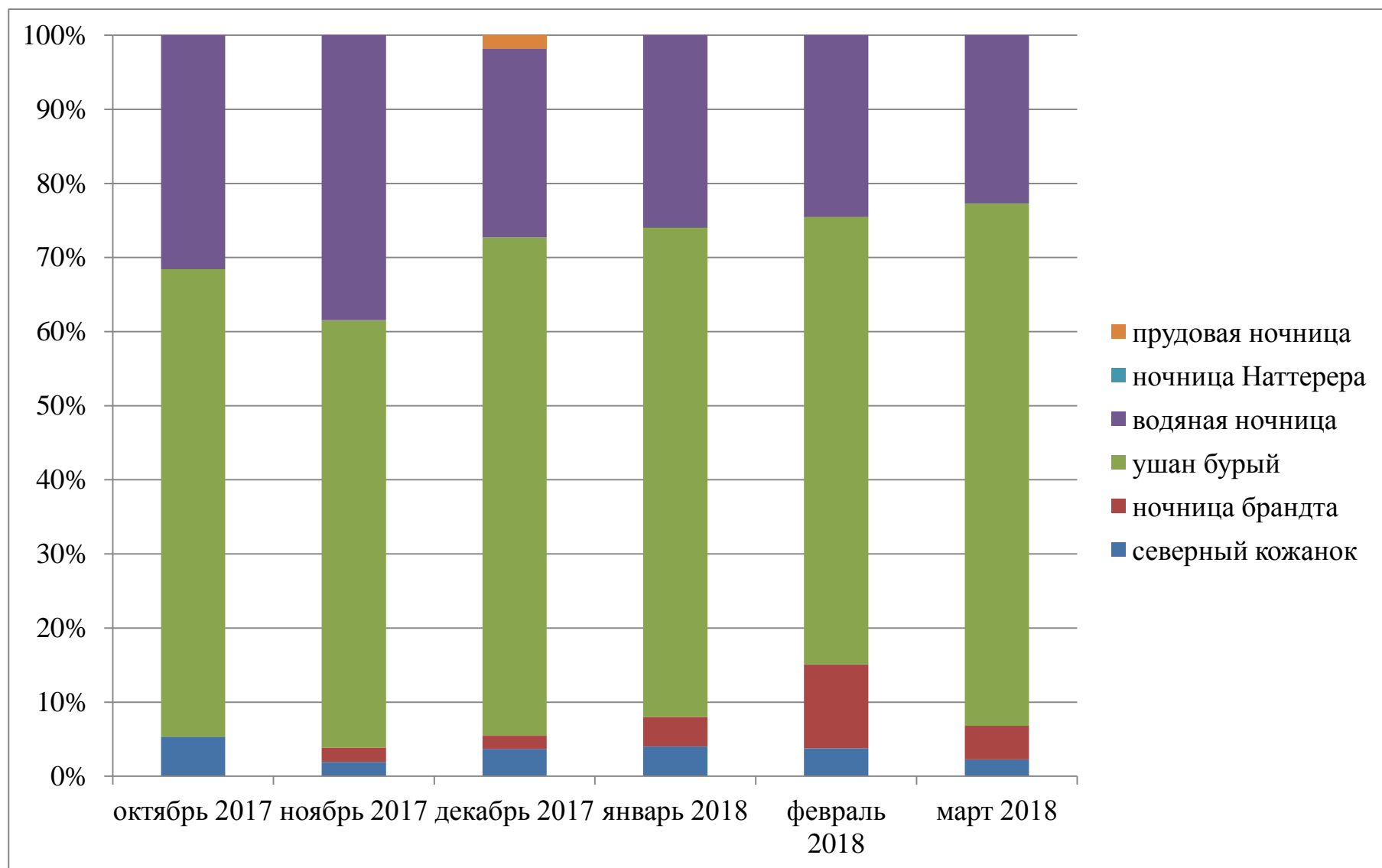


Рис.17. Соотношение видов рукокрылых в Борщовских пещерах

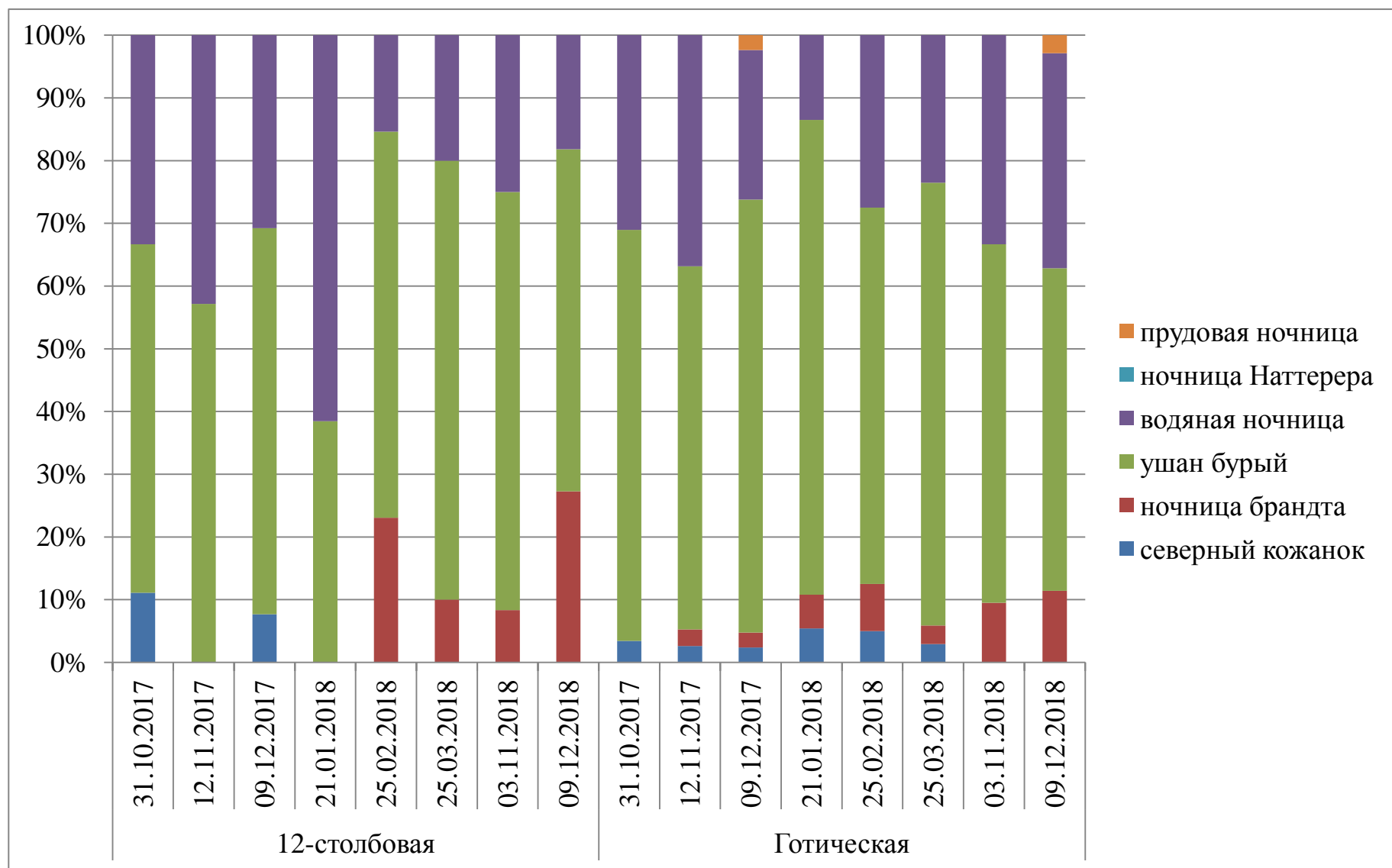


Рис.18. Соотношение видов рукокрылых в «Готической» и «Двенадцатистолбовой» пещерах

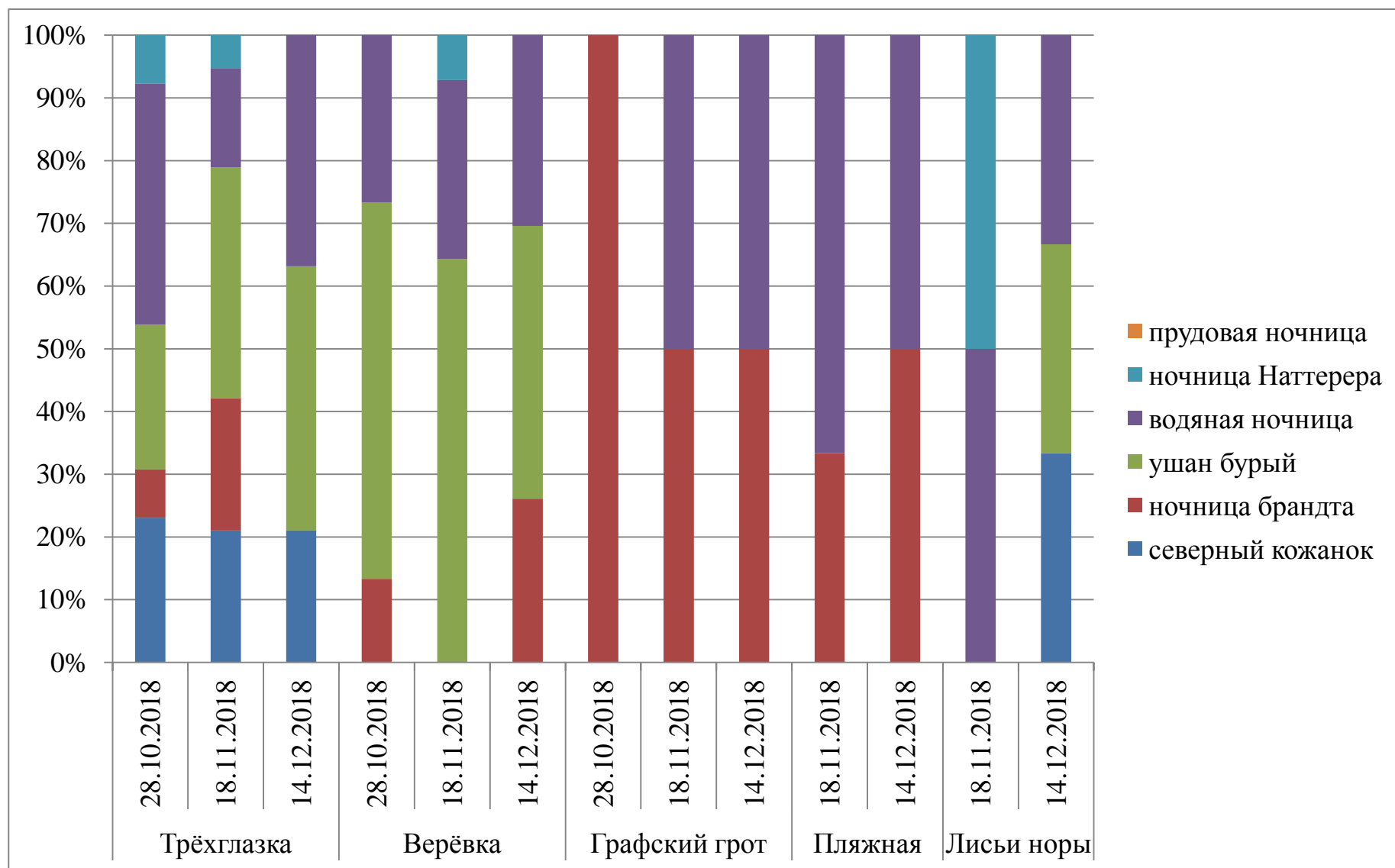
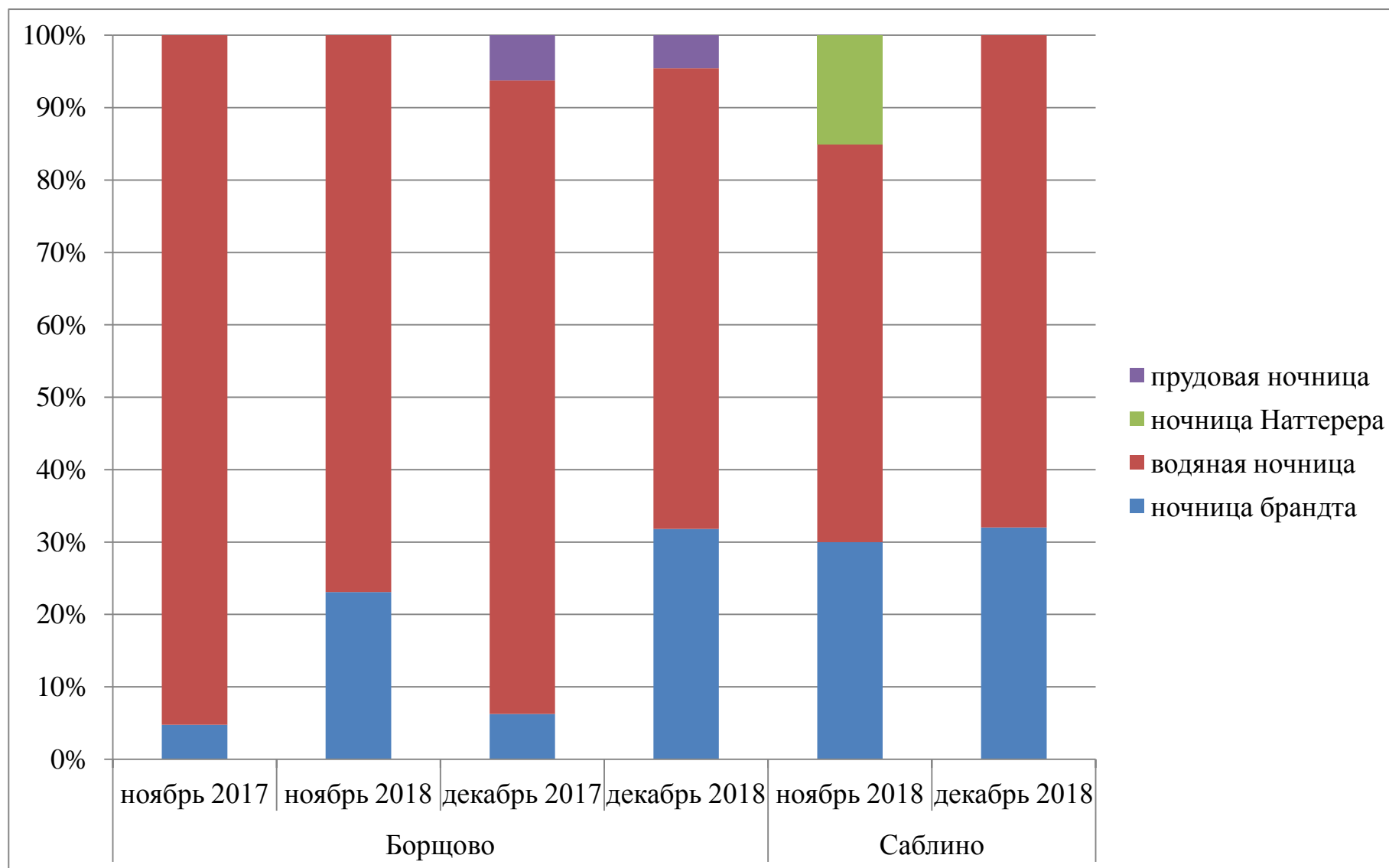
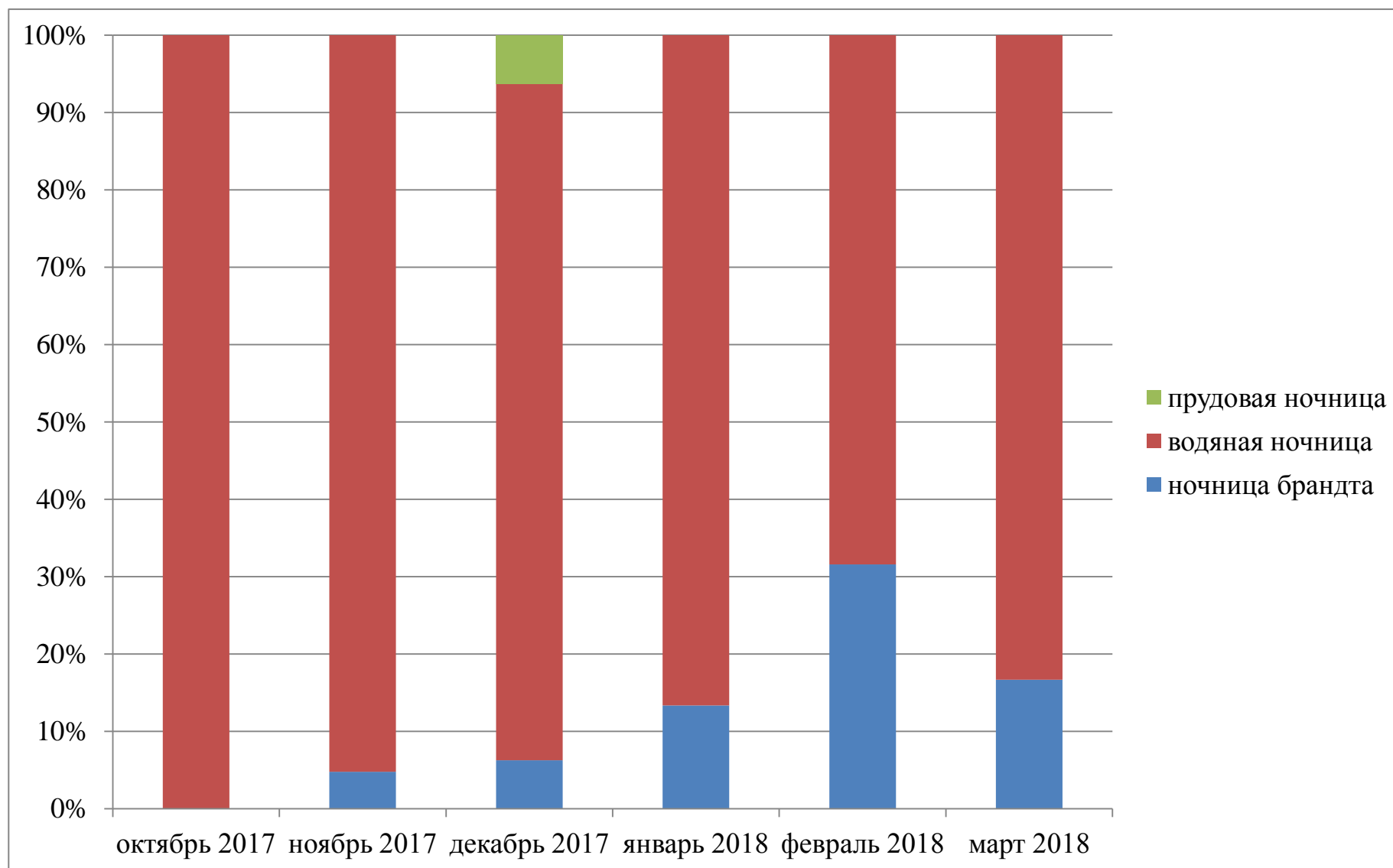


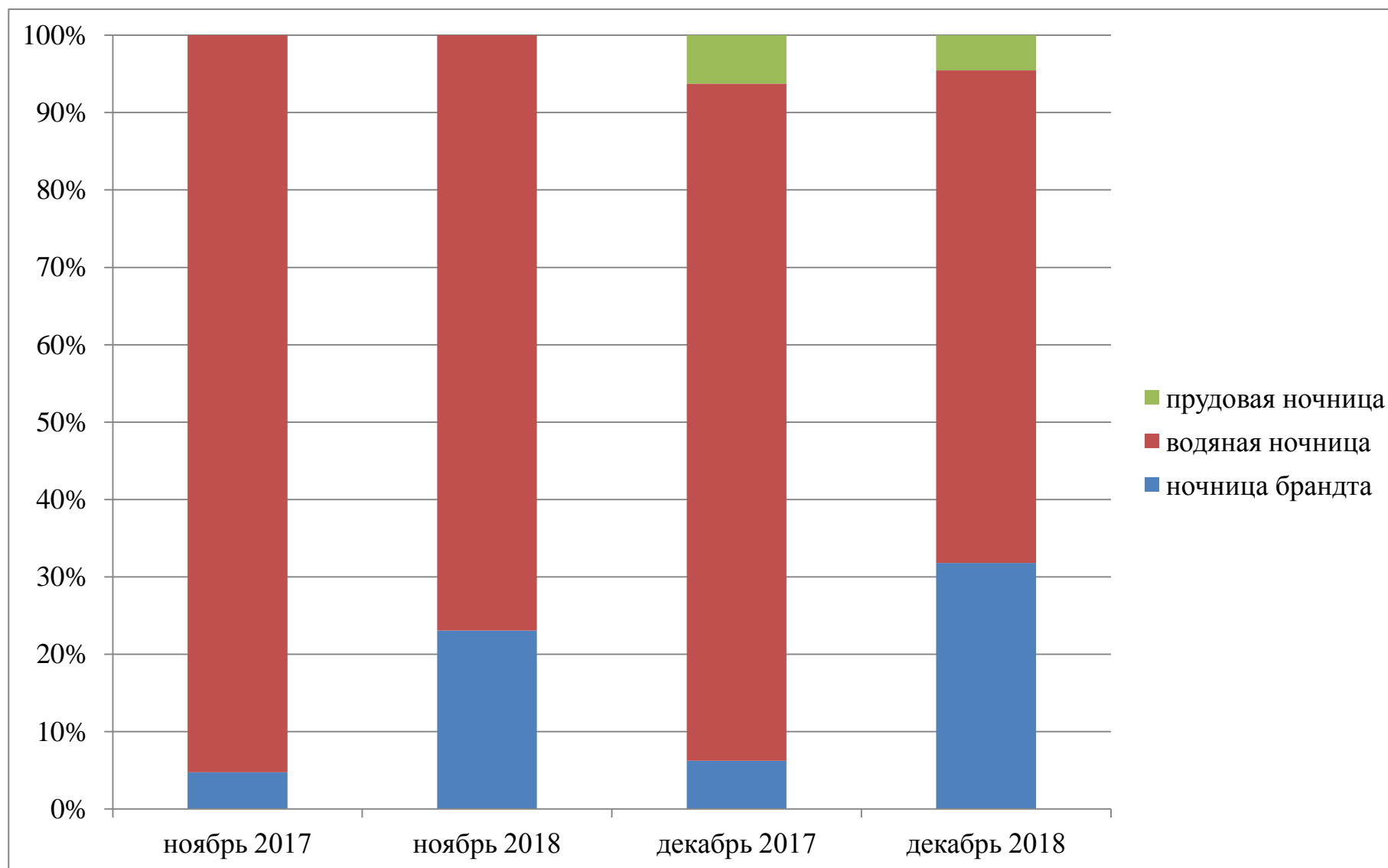
Рис.19. Соотношение видов рукокрылых в Саблинских пещерах



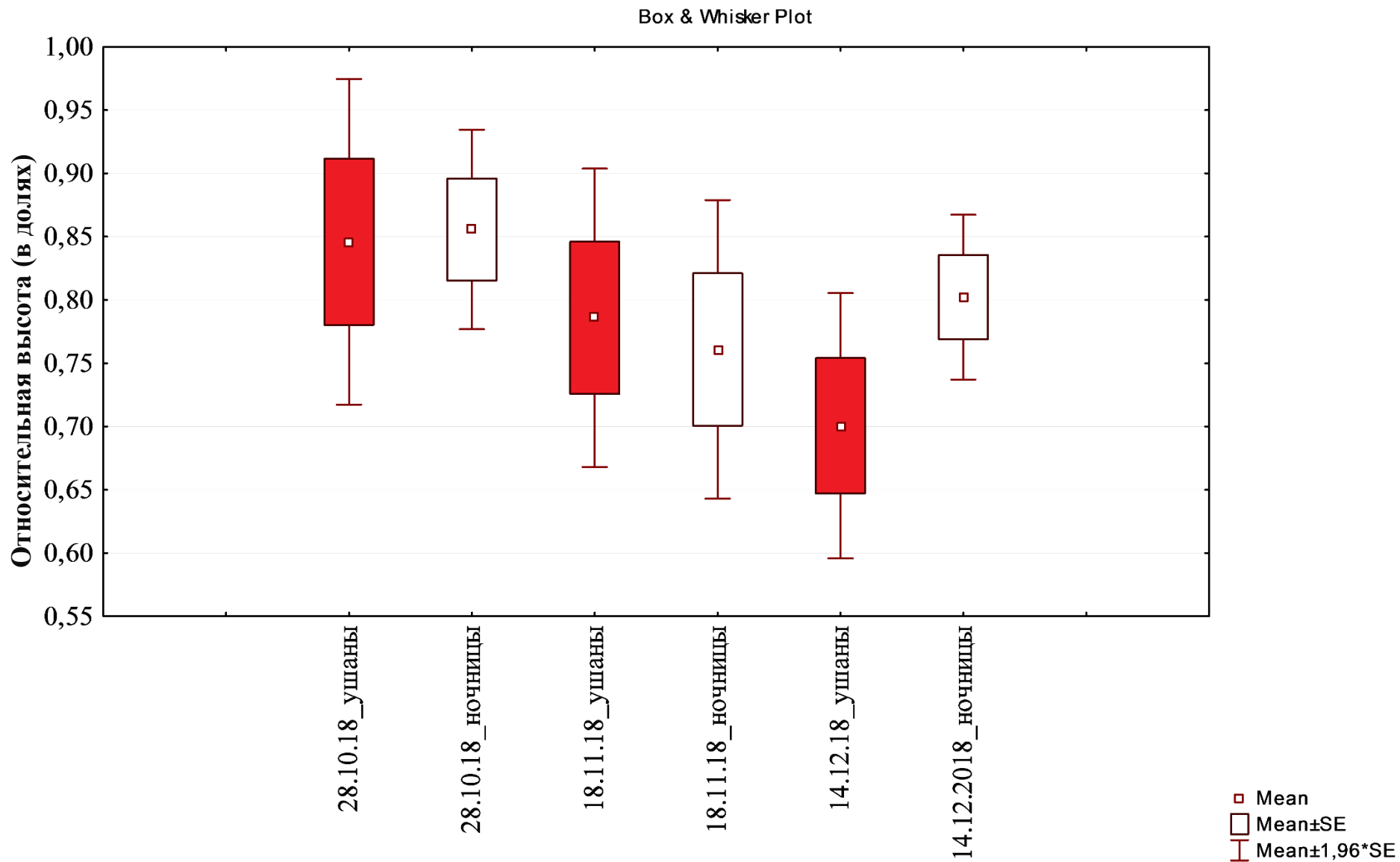
**Рис.20. Соотношение видов ночниц**



**Рис.21. Соотношение видов ночниц в Борщевских пещерах в 2017-2018 году**



**Рис.22. Сравнение соотношения видов ночниц в Борщовских пещерах в ноябре и декабре 2017 и 2018 годов**



**Рис.23. Относительные высоты размещения ушанов и ночицы в Саблинских пещерах**

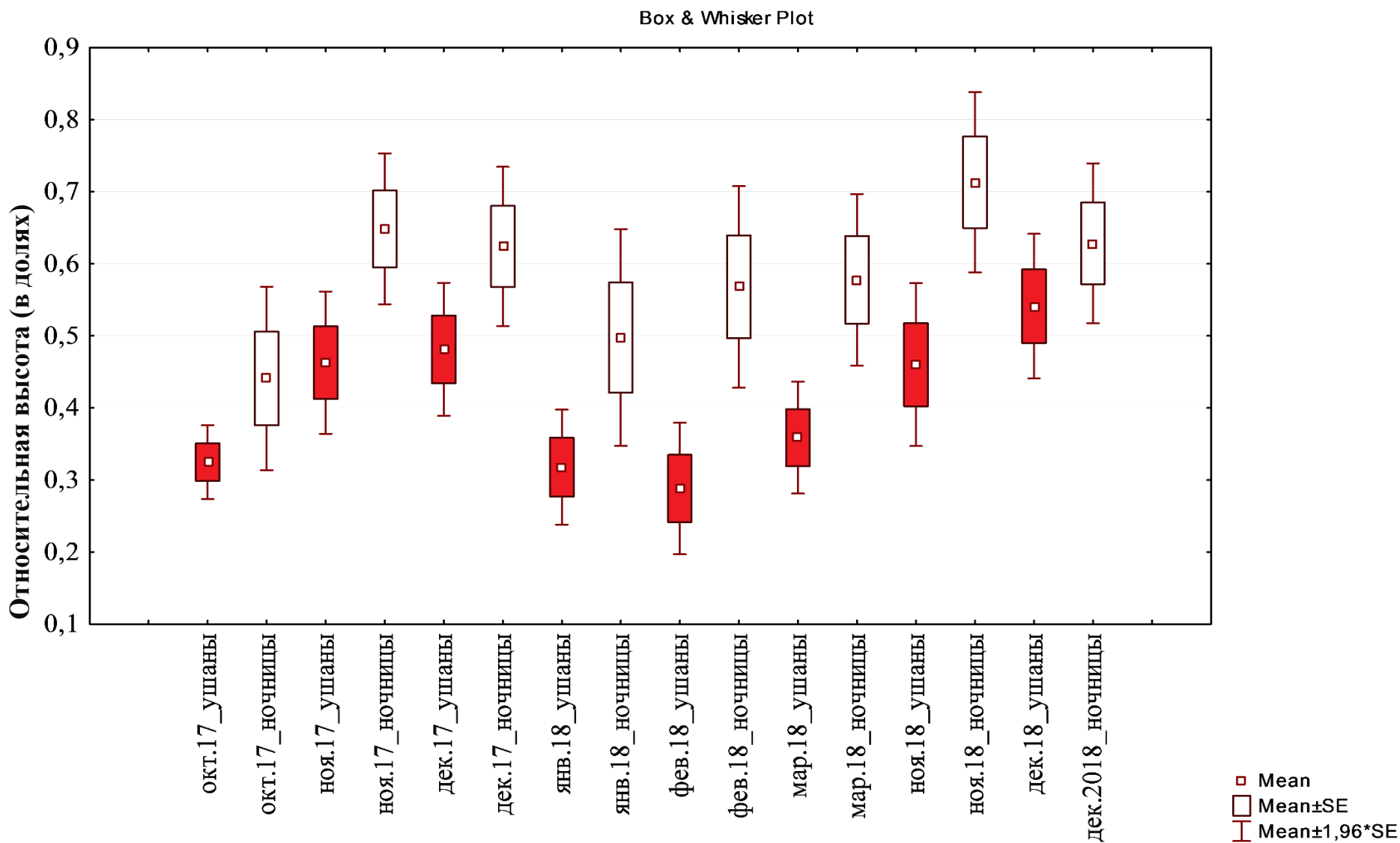
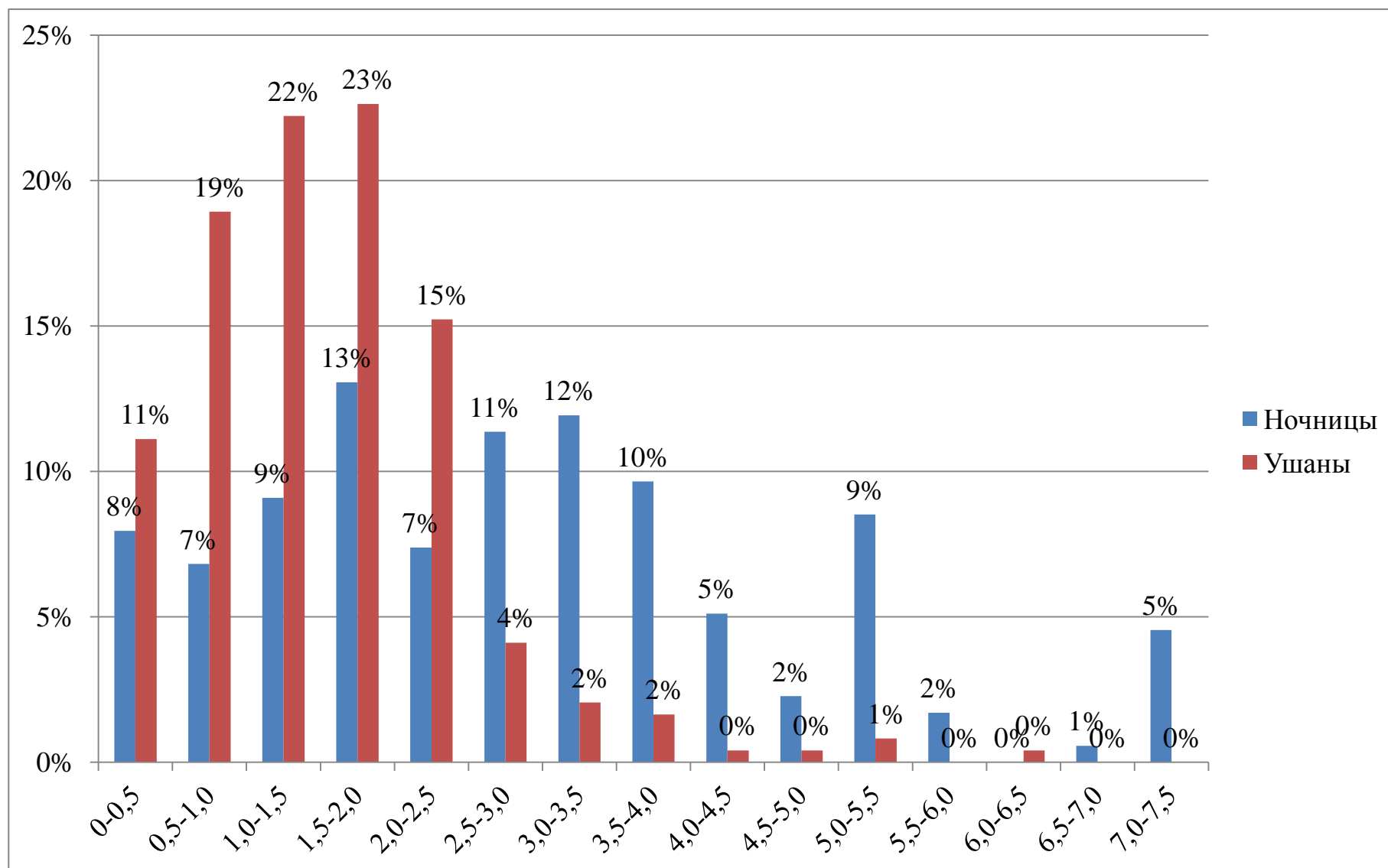
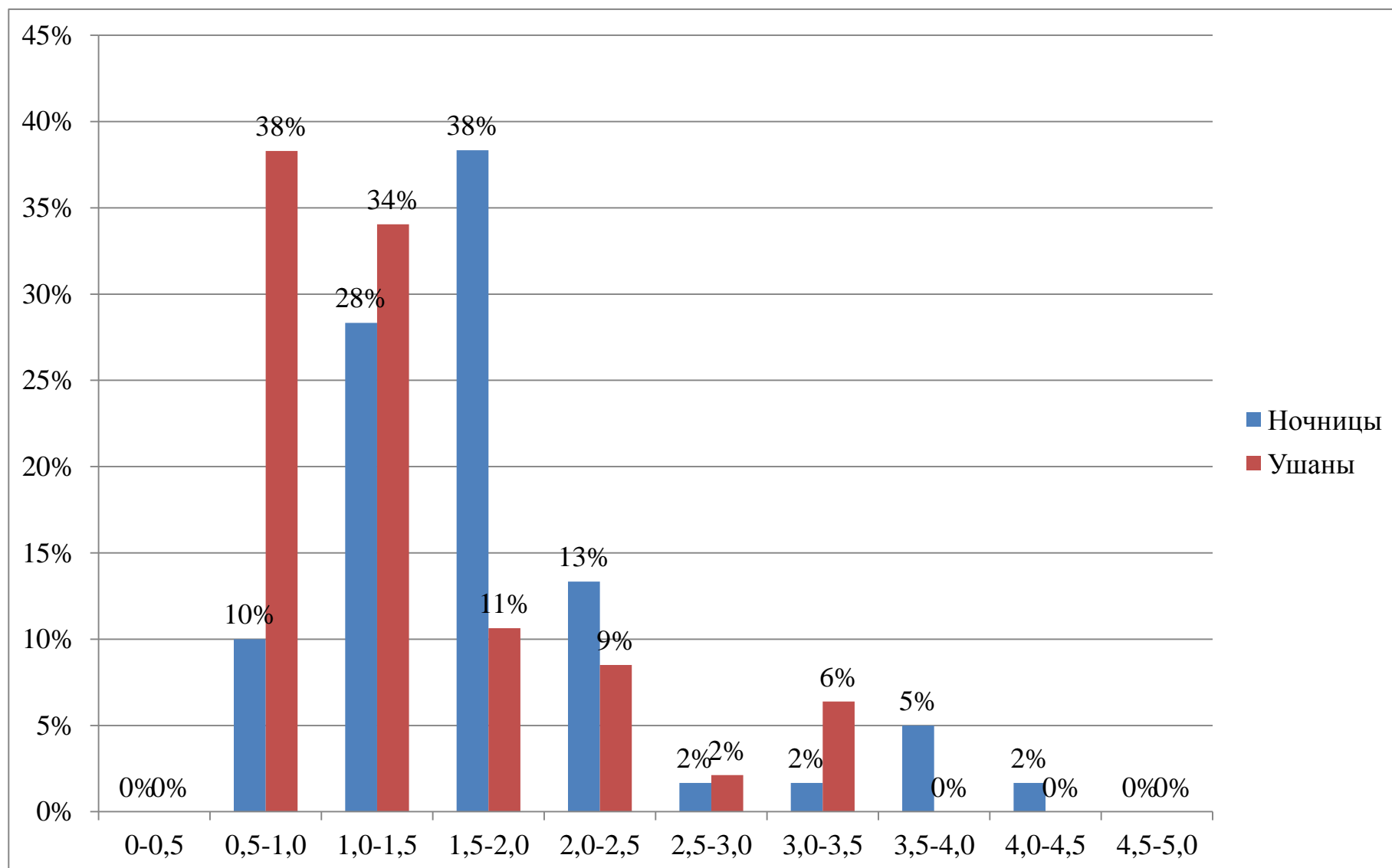


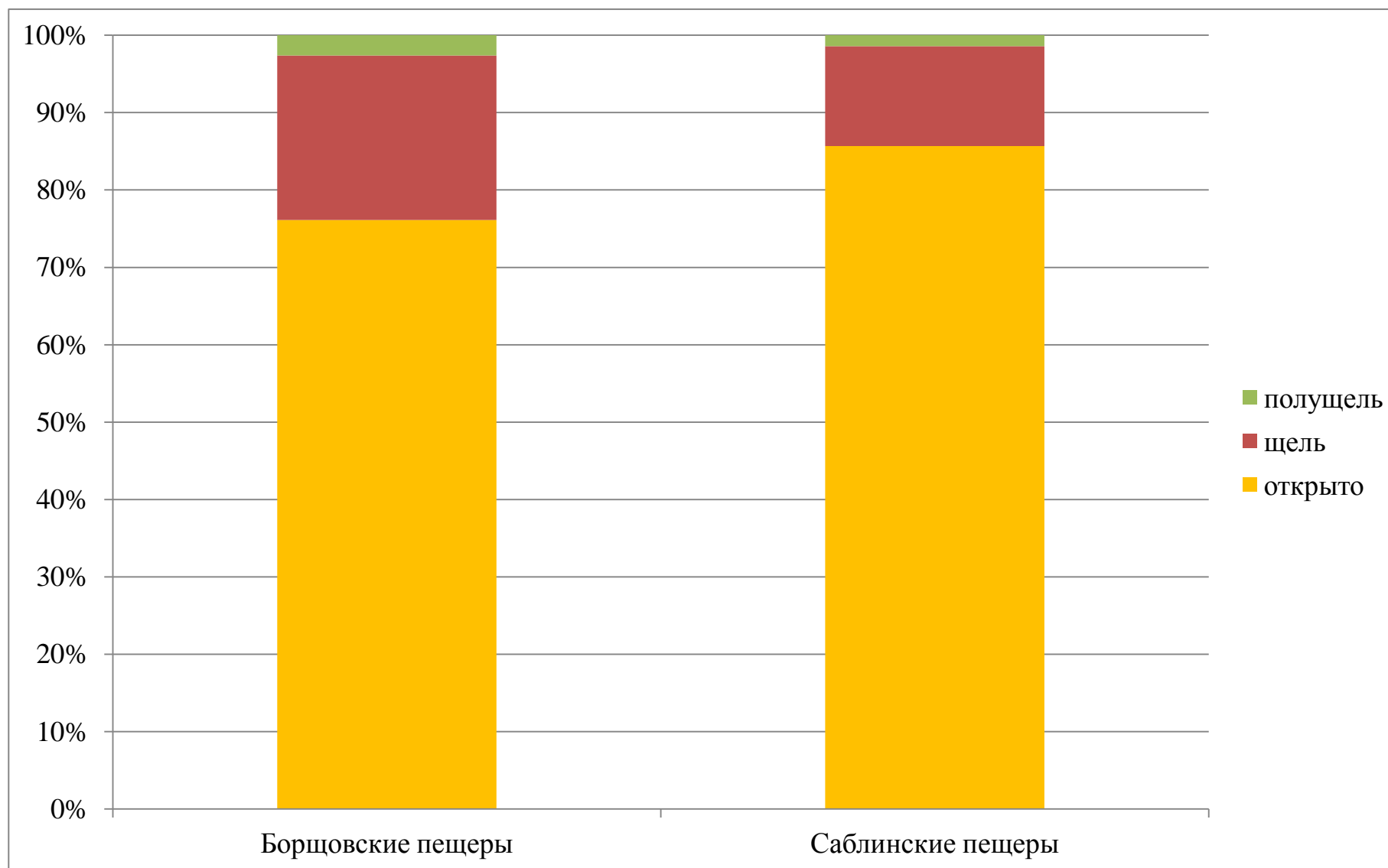
Рис.24. Относительные высоты размещения ушанов и ночниц в Борщовских пещерах



**Рис.25. Доля ушанов и ночниц в Борщевских пещерах, зимующих на разных высотах**



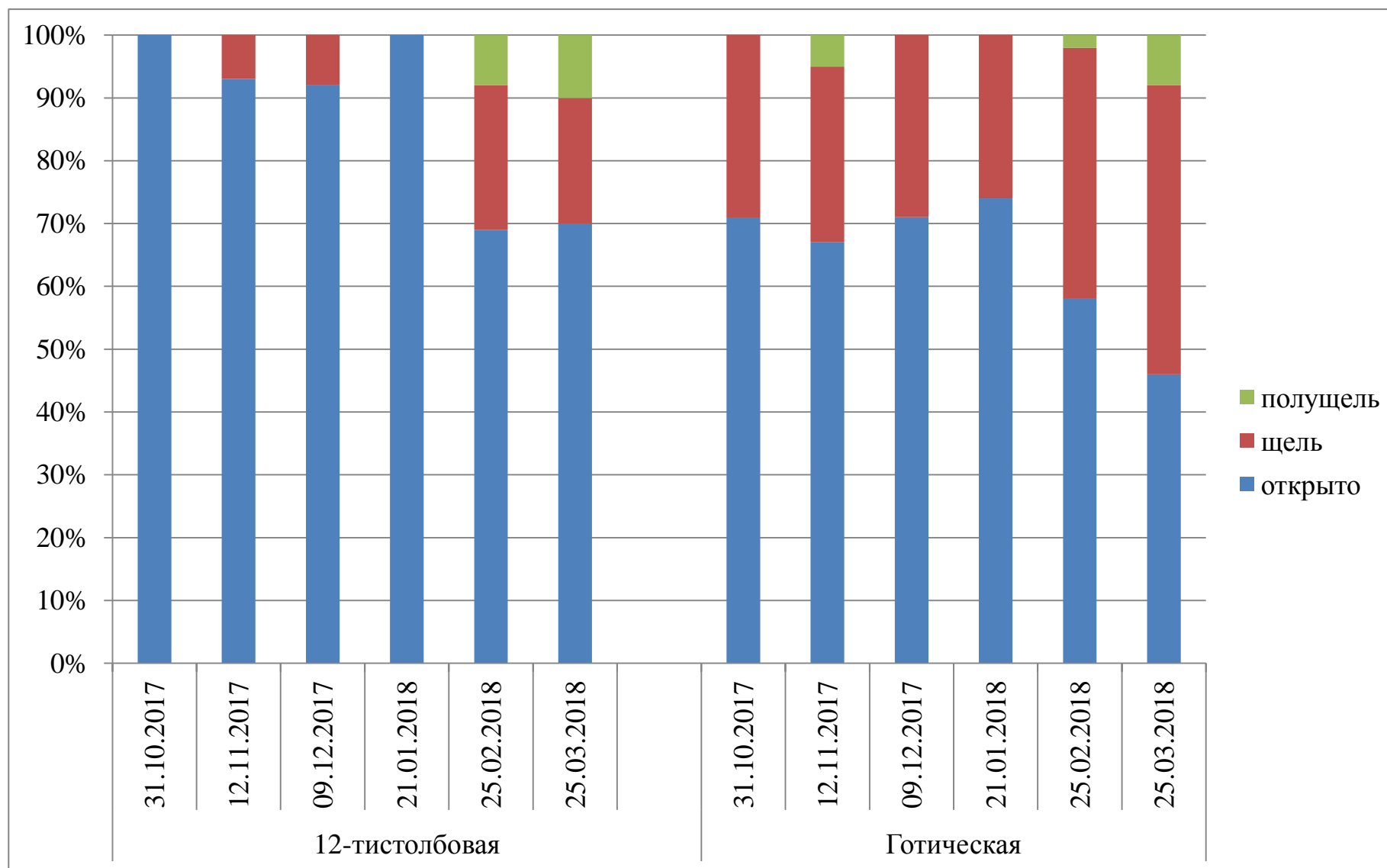
**Рис.26. Доля ушанов и ночниц в Саблинских пещерах, зимующих на разных высотах**



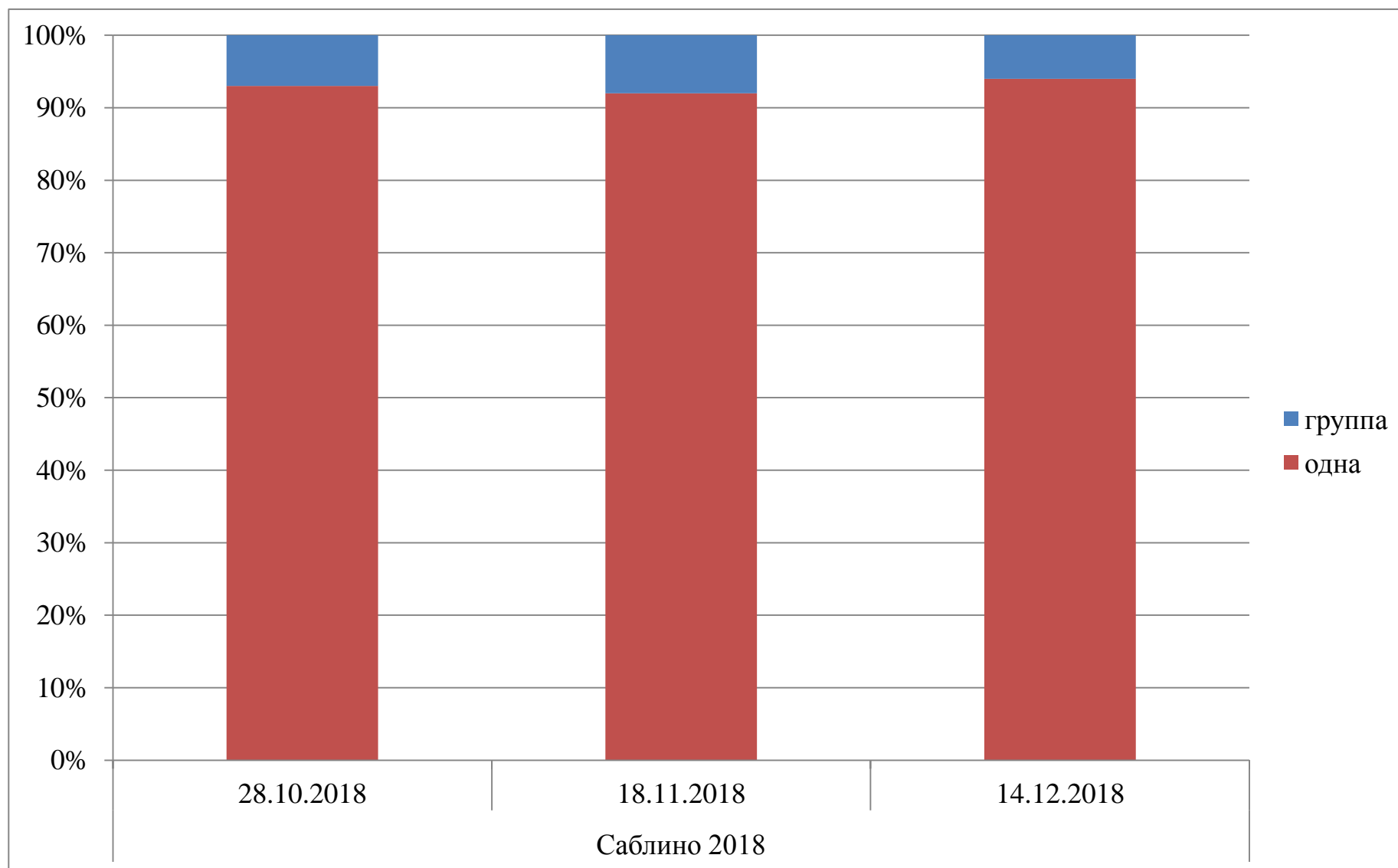
**Рис.27. Доля рукокрылых, размещающихся открыто или в укрытии**



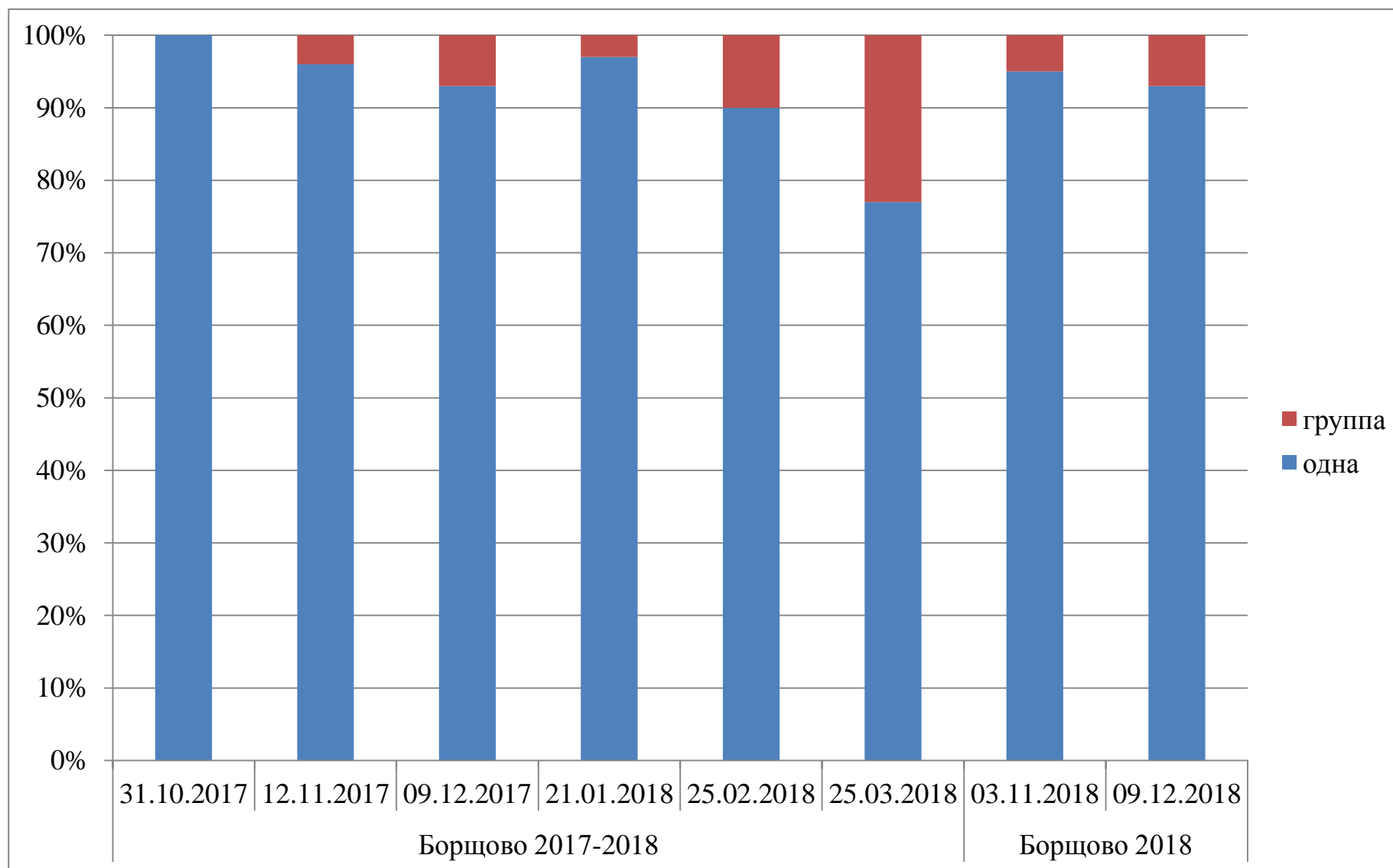
**Рис.28. Пример типа укрытия «норка»**



**Рис.29. Изменение доли зимующих открыто рукокрылых в течение зимовки 2017-2018 года в Борщевских пещерах**



**Рис.30. Доля рукокрылых Саблинских пещер, зимующих одиночно и в группе**



**Рис.31. Доля рукокрылых Борщовских пещер, зимующих одиночно и в группе**



Рис.32. Температура в разных зонах Борщовских пещер за все учеты

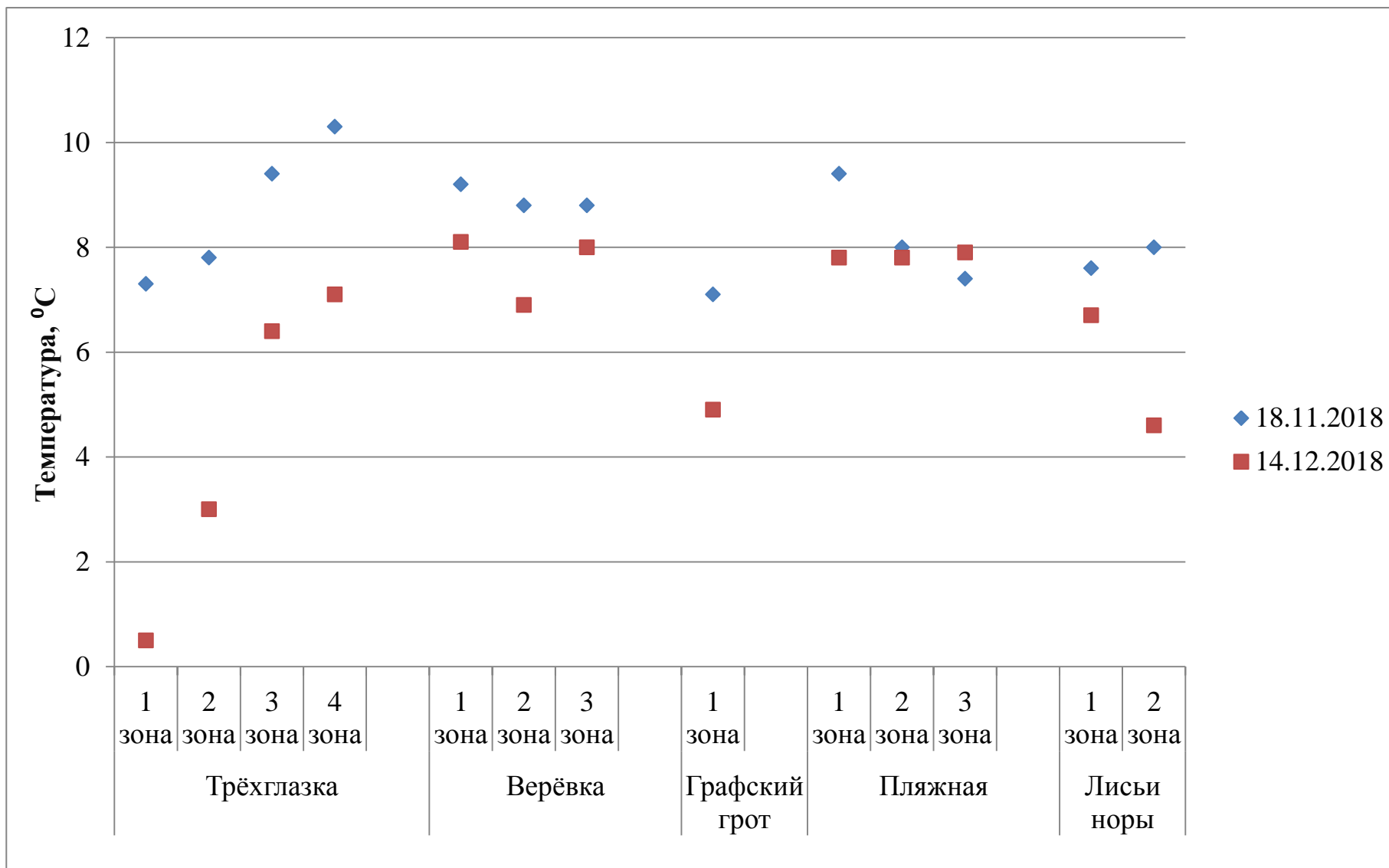
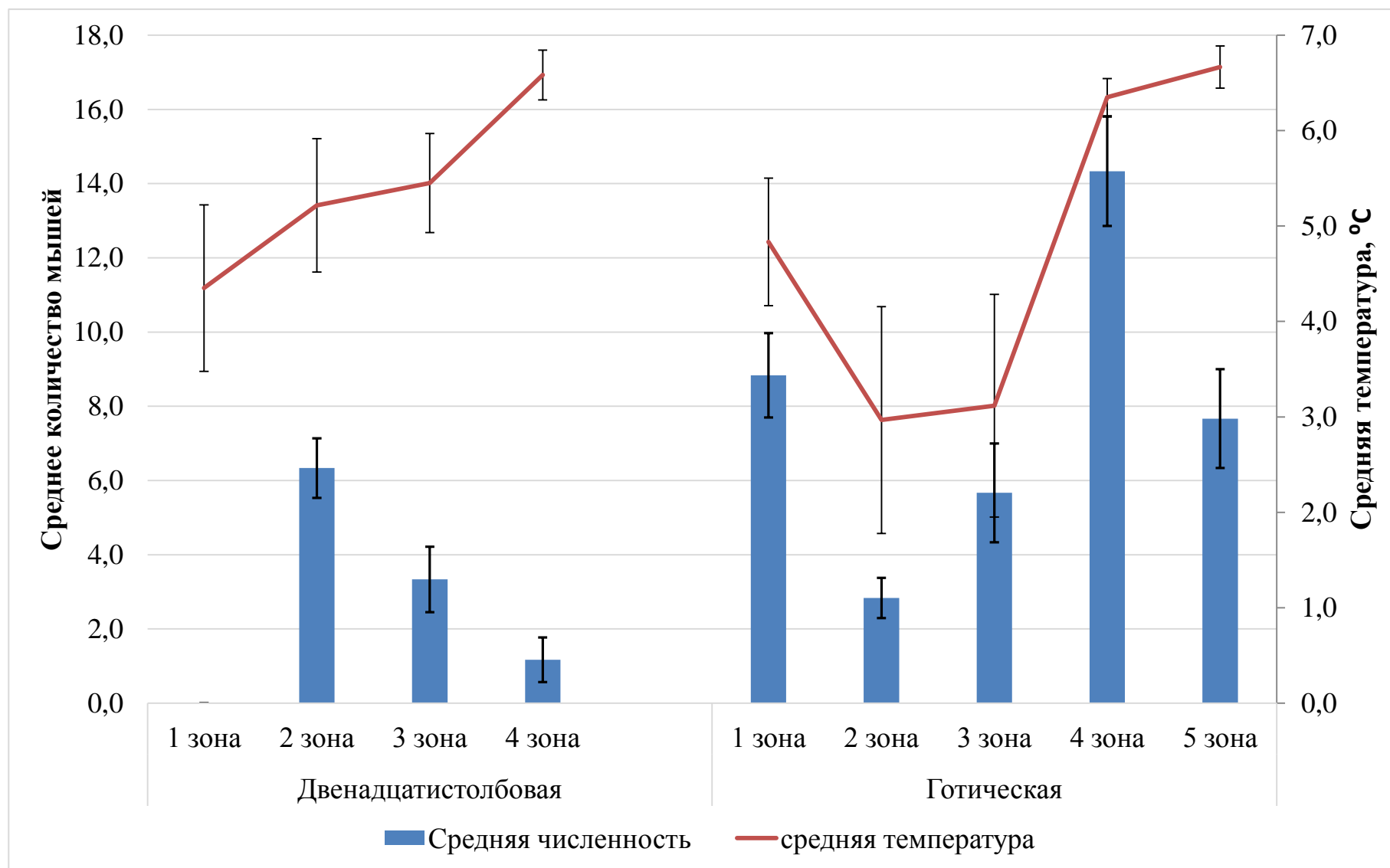


Рис.33. Температура в разных зонах Саблинских пещер в ноябре и декабре



**Рис.34. Температура и численность летучих мышей в разных зонах Борщовских пещер**

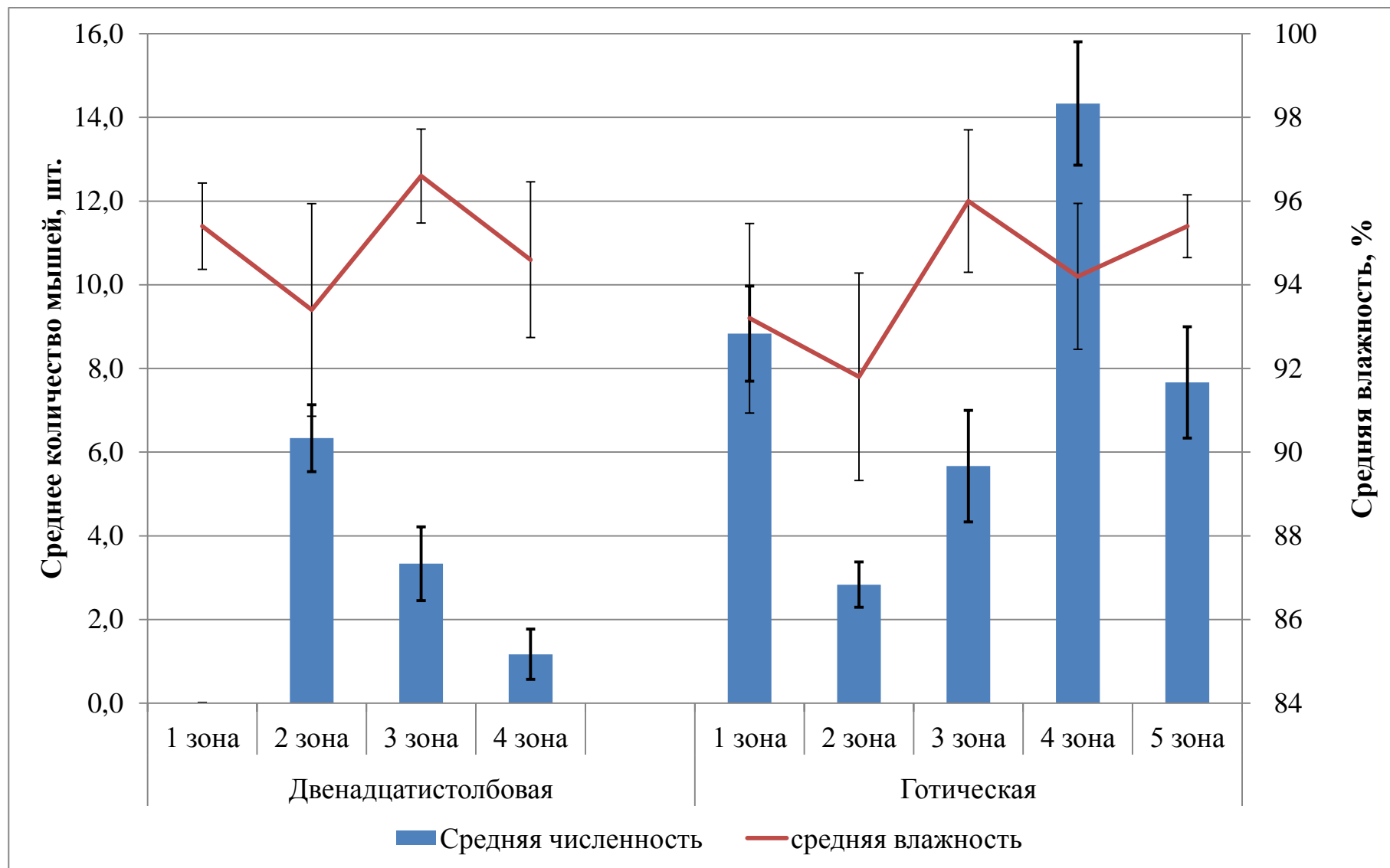


Рис.35. Влажность и численность летучих мышей в разных зонах Борщовских пещер

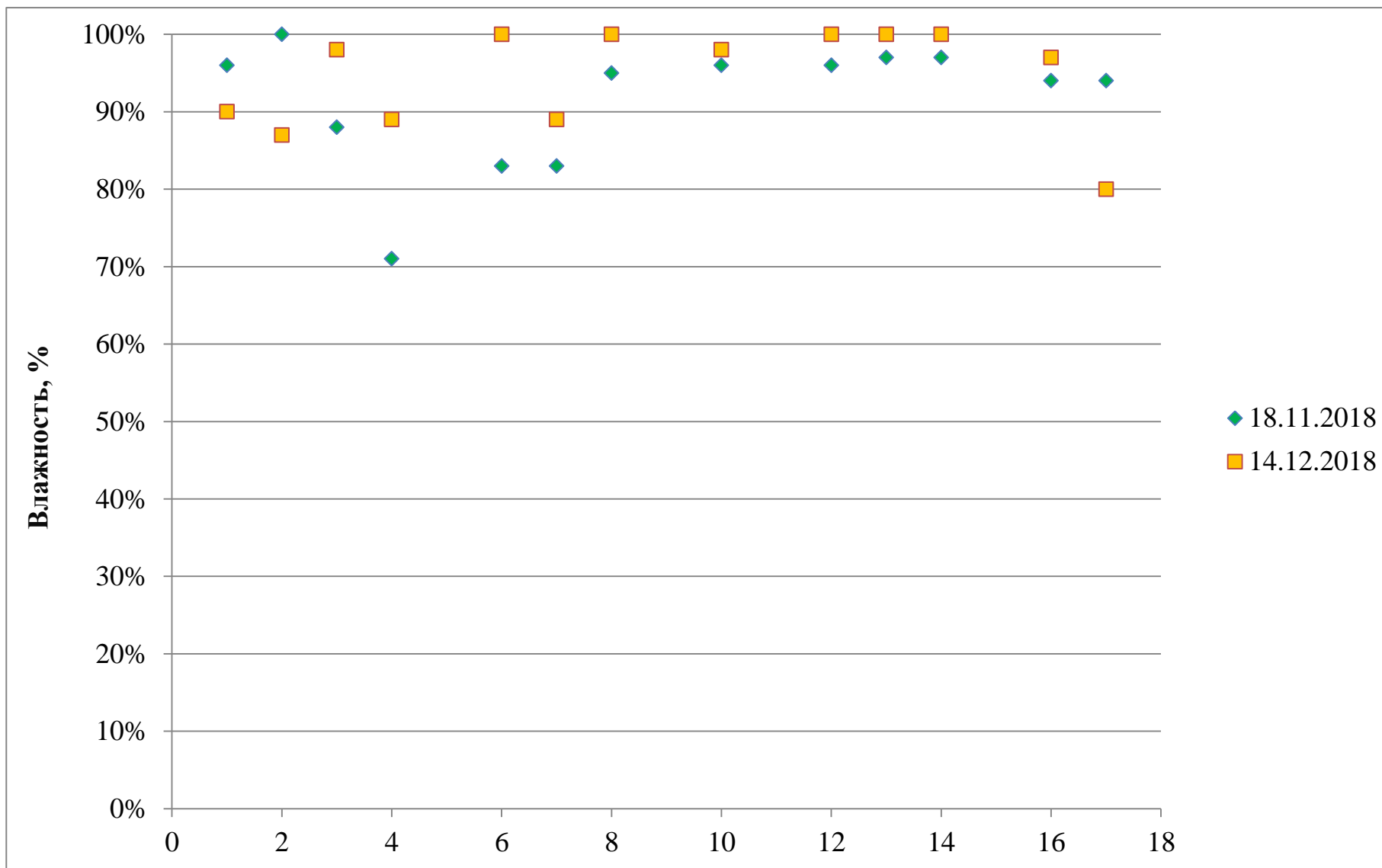


Рис.36. Влажность в разных зонах Саблинских пещер в ноябре и декабре

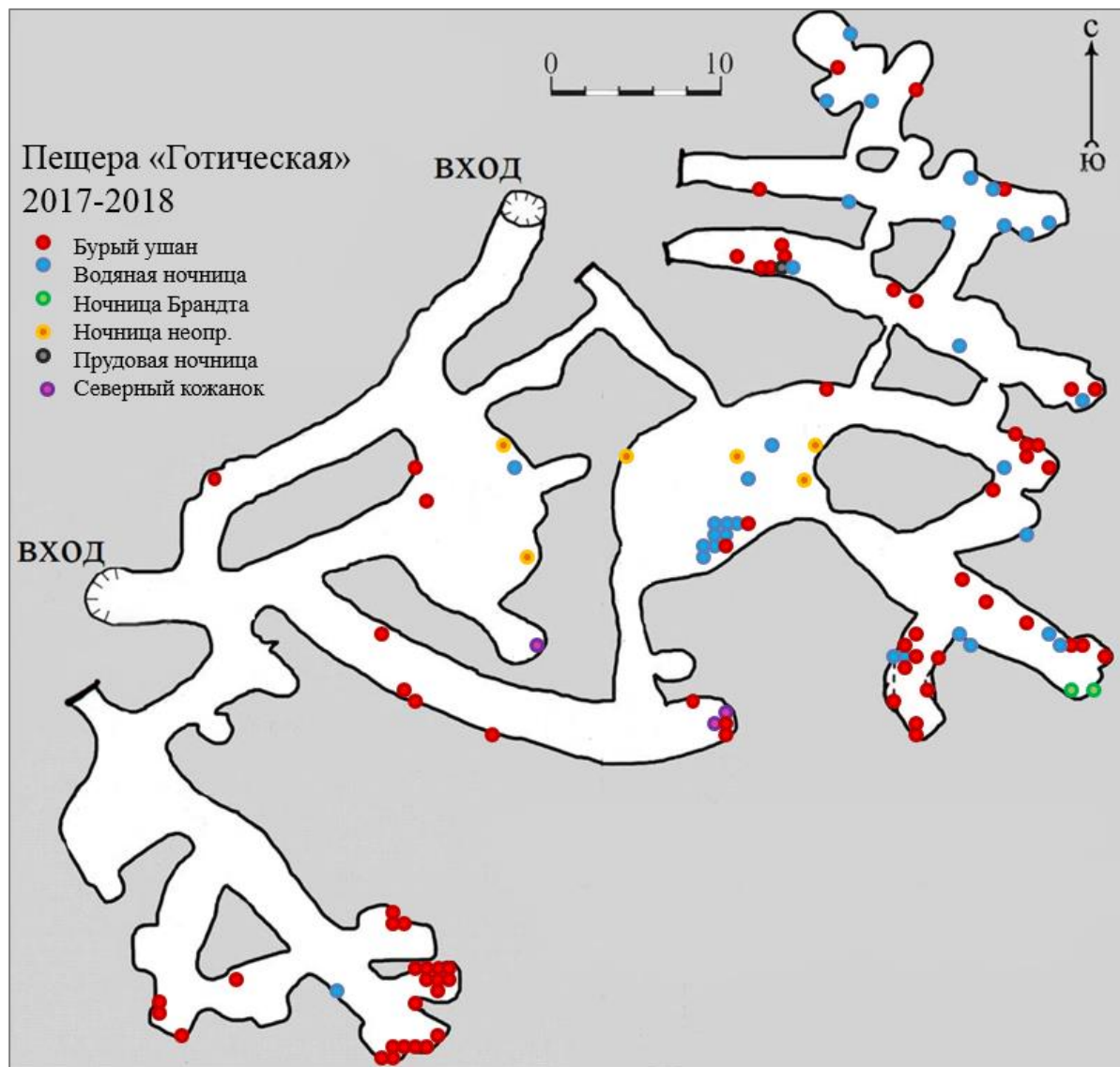


Рис.37. Распределение рукокрылых в «Готической» пещере в осенний период 2017-2018

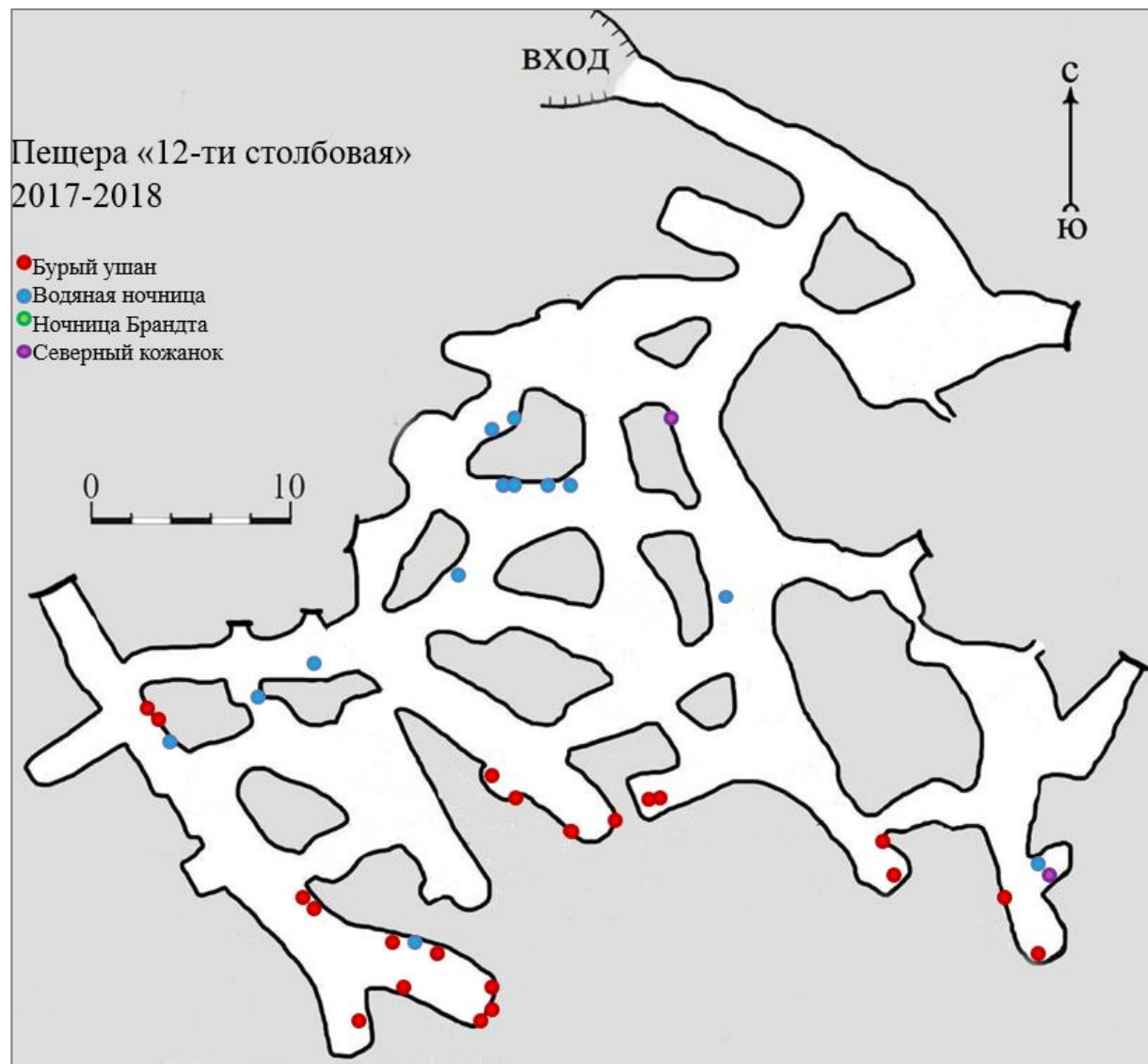


Рис.38. Распределение рукокрылых в «Двенадцатистолбовой» пещере в осенний период 2017-2018 года

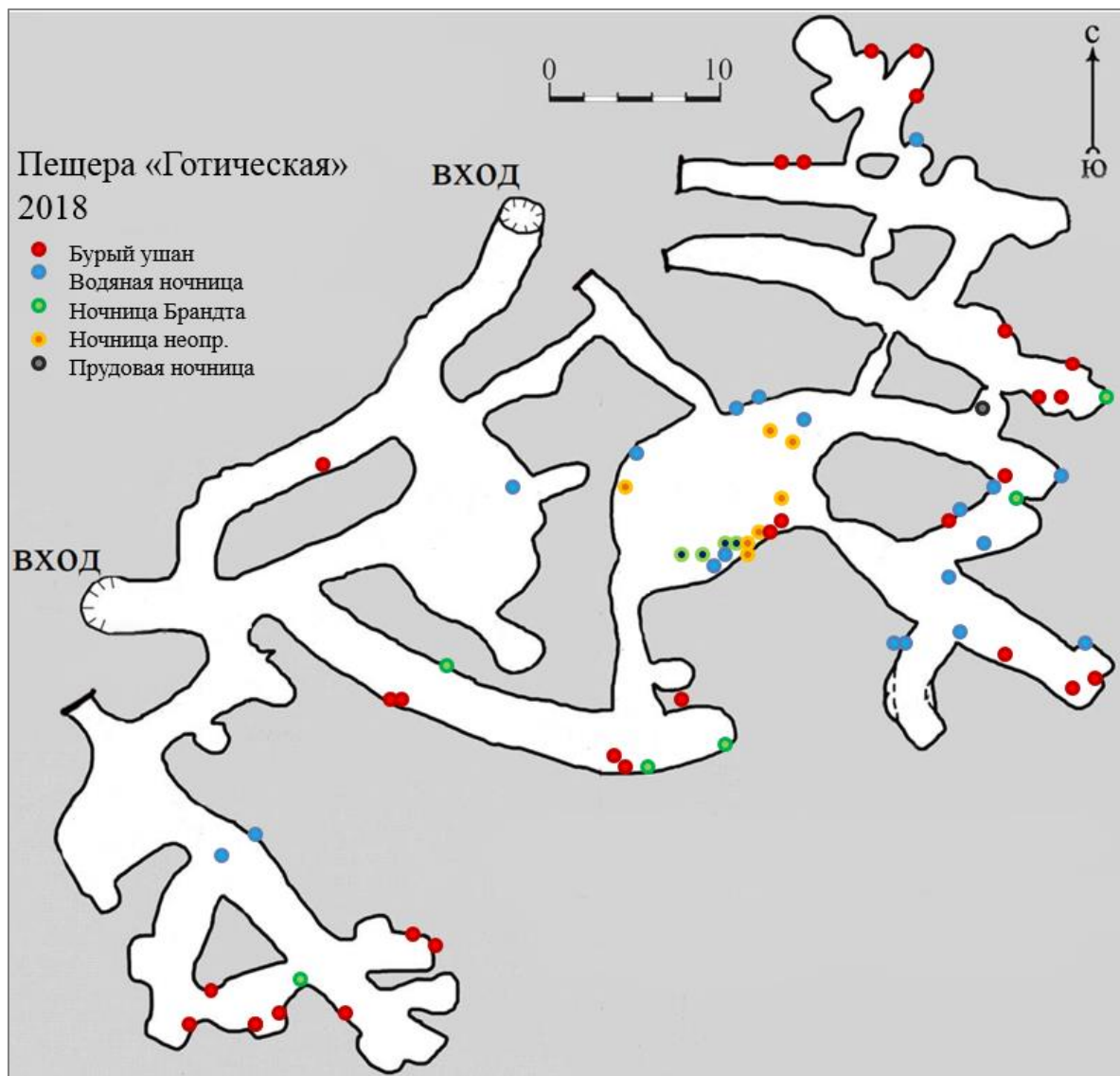


Рис.39. Распределение рукокрылых в «Готической» пещере осенью 2018 года

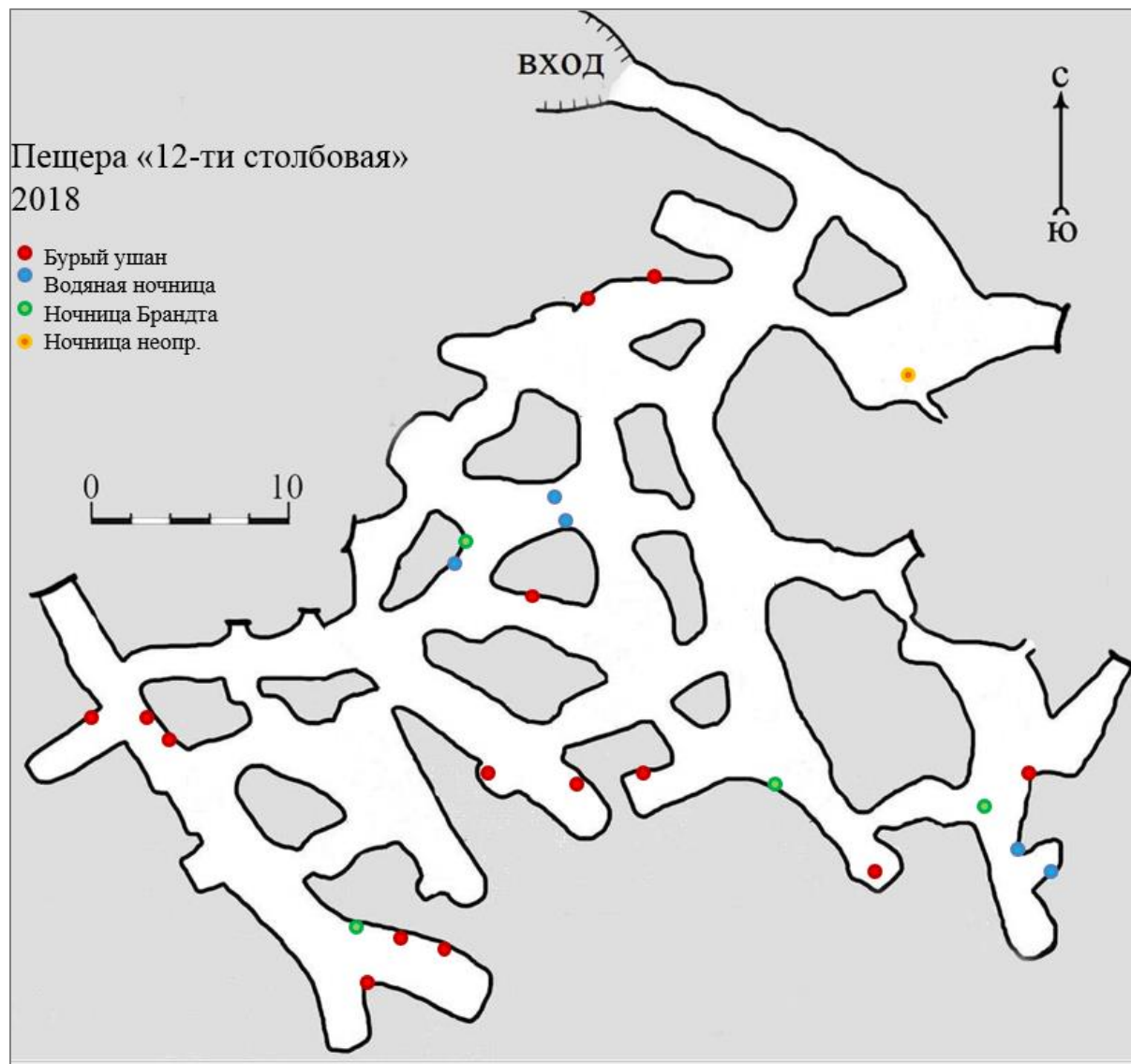


Рис.40. Распределение рукокрылых в «Двенадцатистолбовой» пещере осенью 2018 года

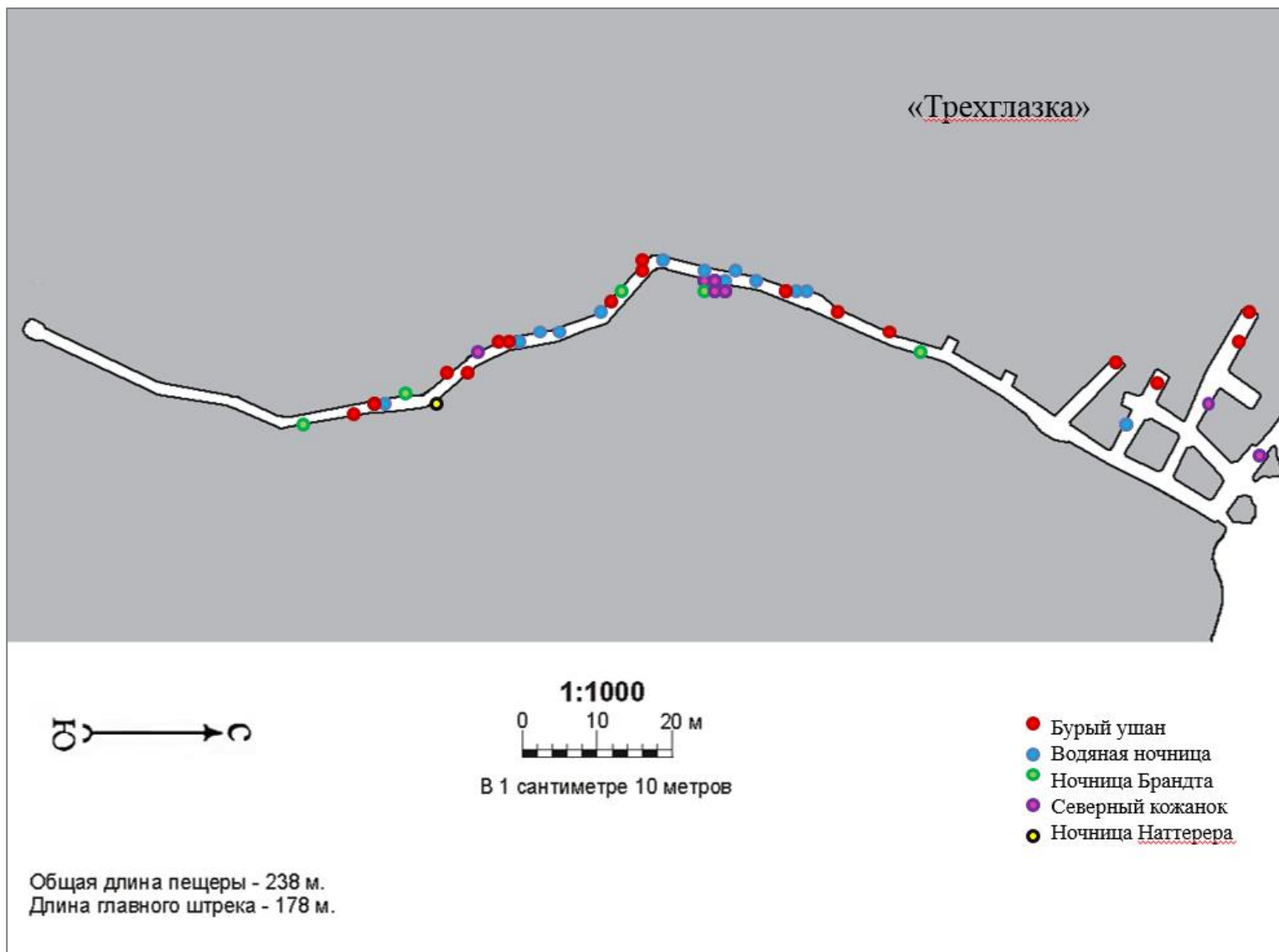


Рис.41. Распределение рукокрылых в пещере «Трехглазка»



Рис.42. Распределение рукокрылых в пещере «Веревка»

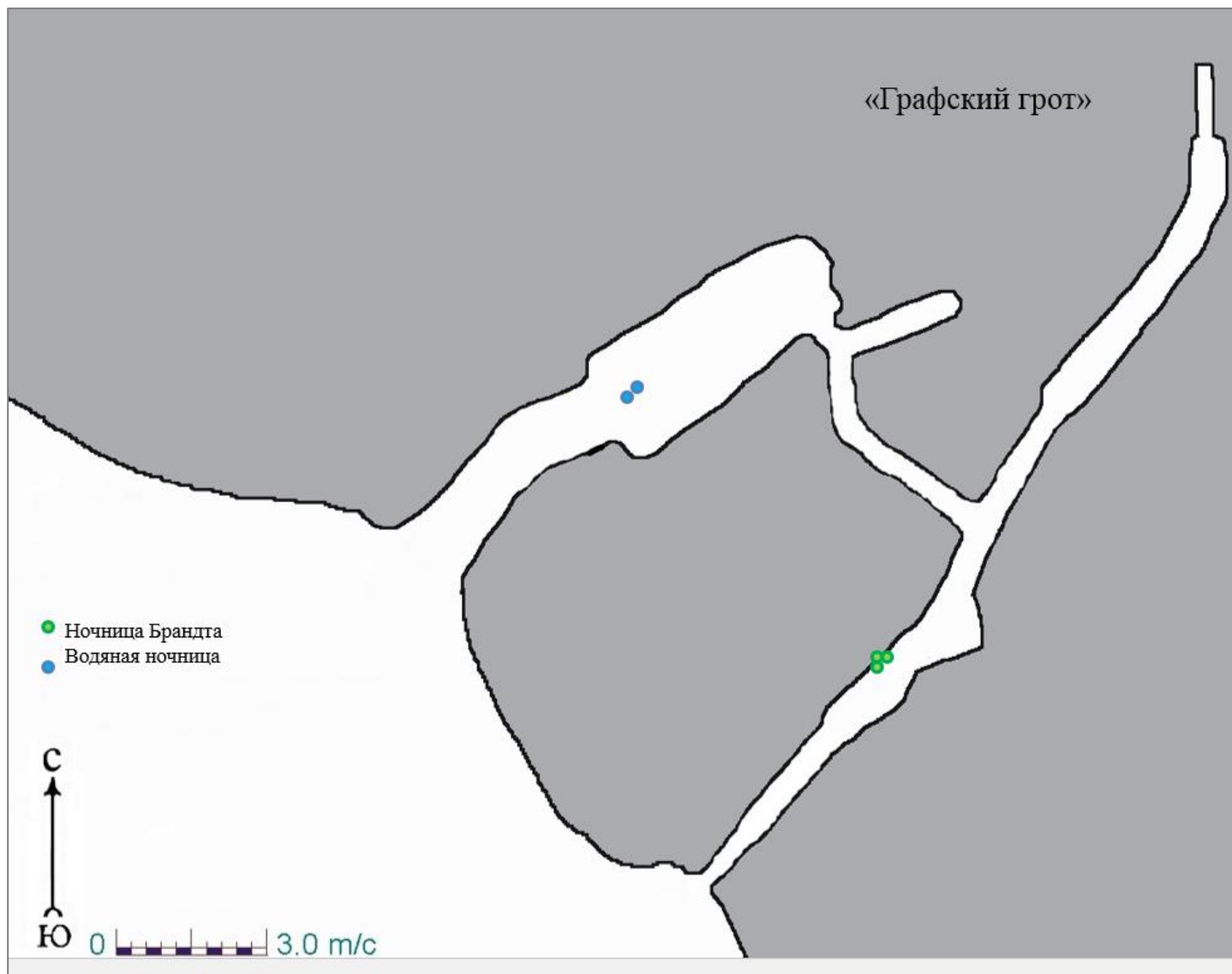


Рис.43. Распределение рукокрылых в пещере «Графский грот»

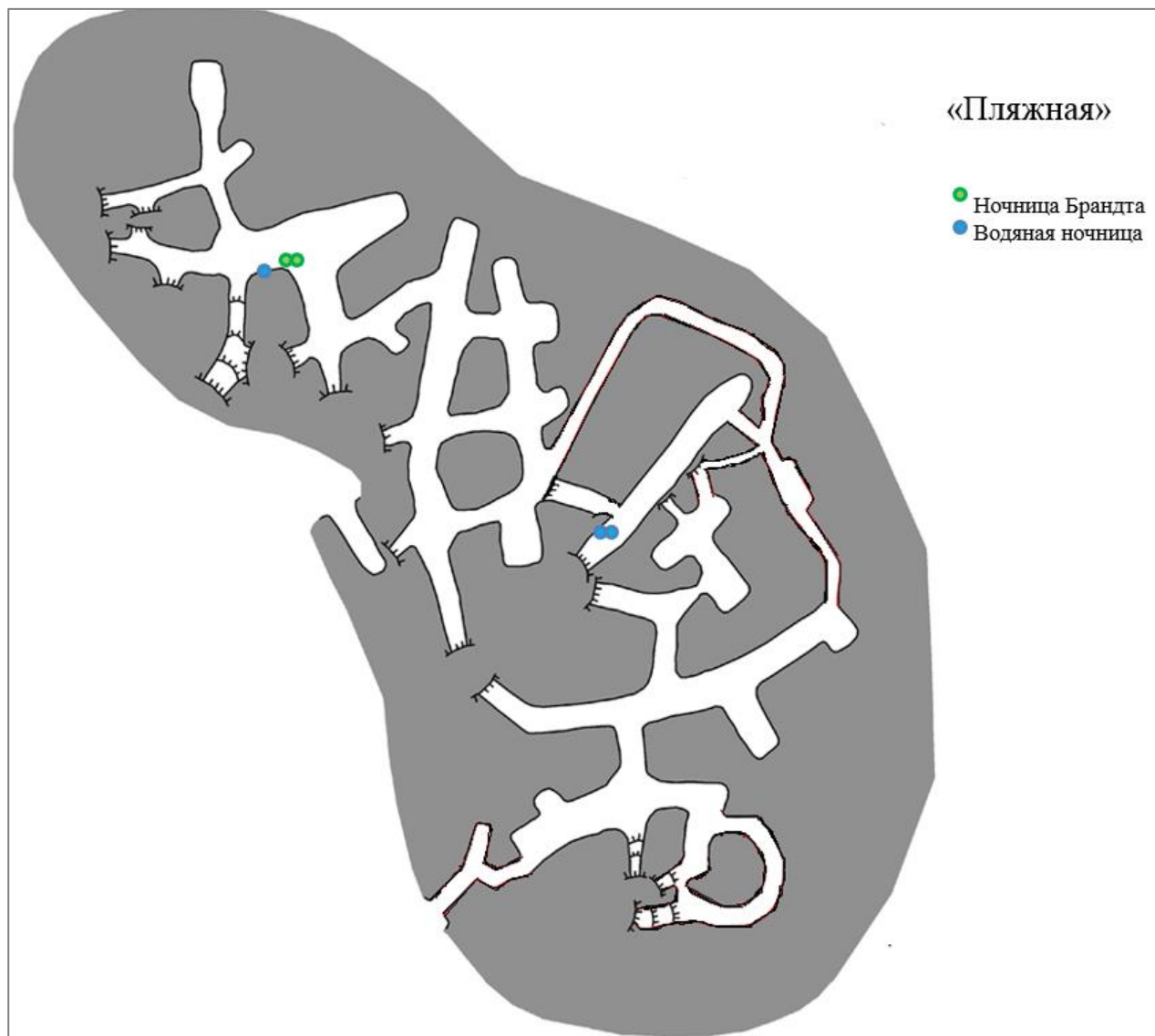


Рис.44. Распределение рукокрылых в «Пляжной» пещере

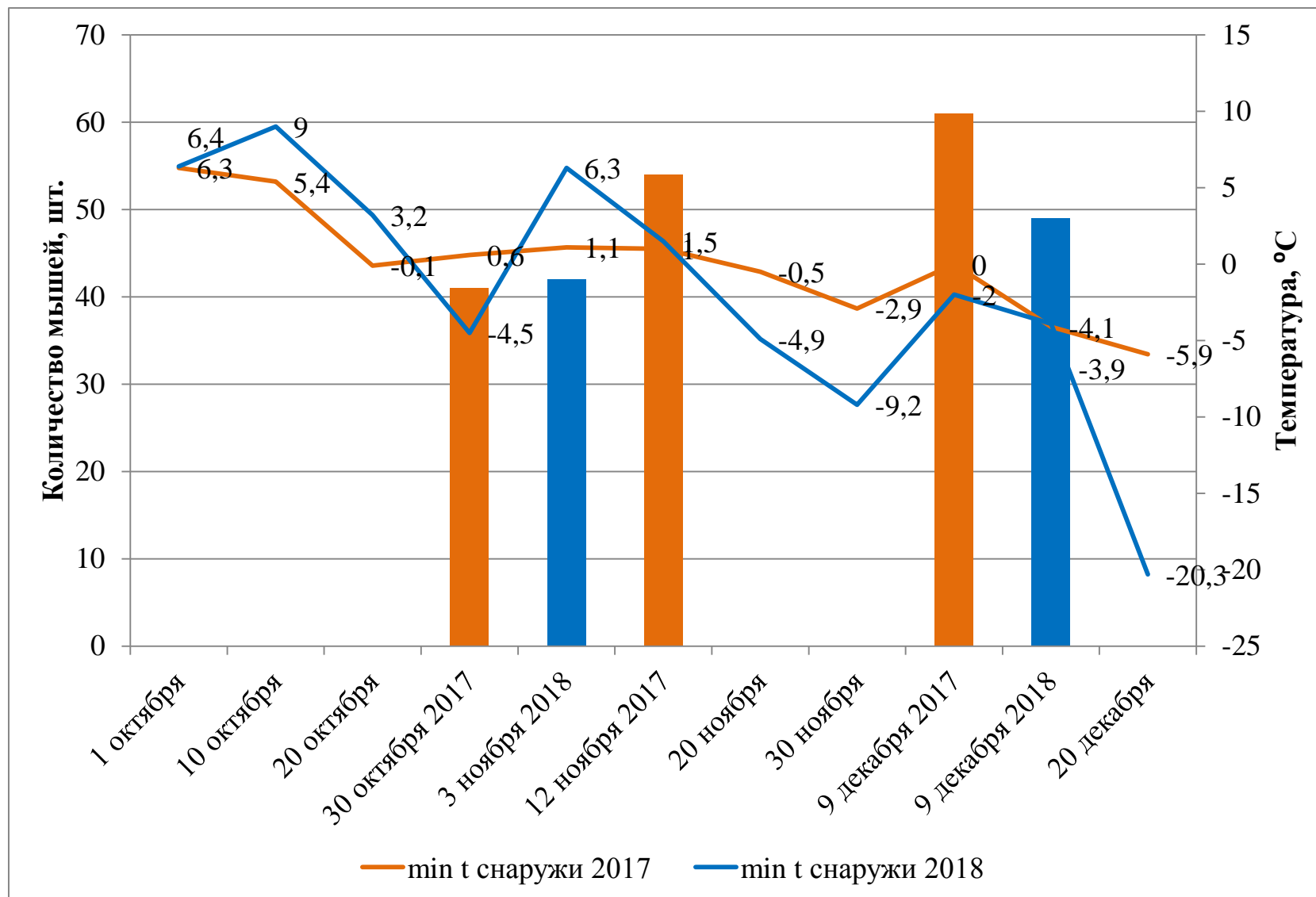


Рис.45. Температуры снаружи пещер и численность рукокрылых Борщевских пещерах

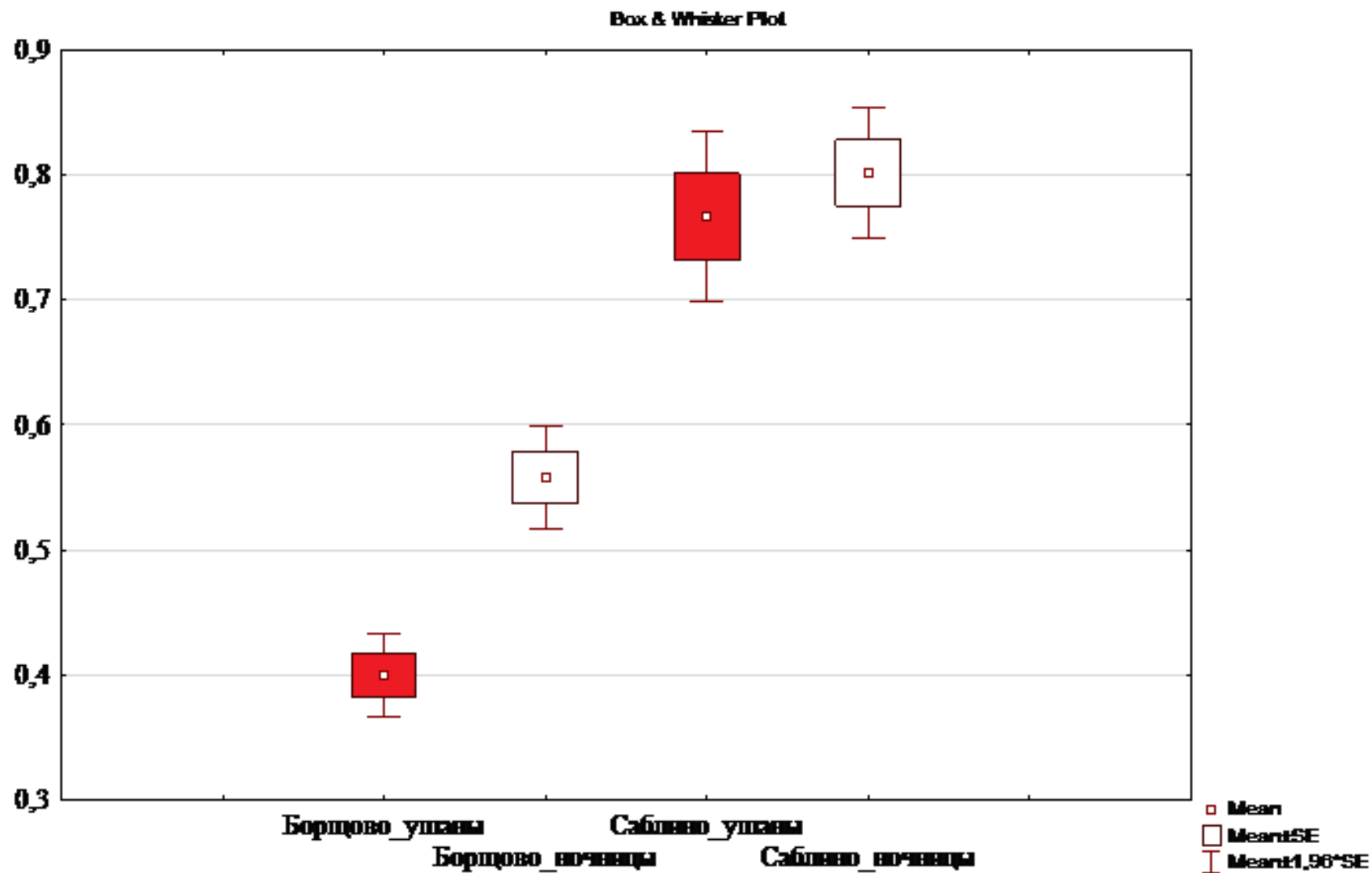


Рис.46. Сравнение относительных высот ушанов и ночниц в двух комплексах пещер