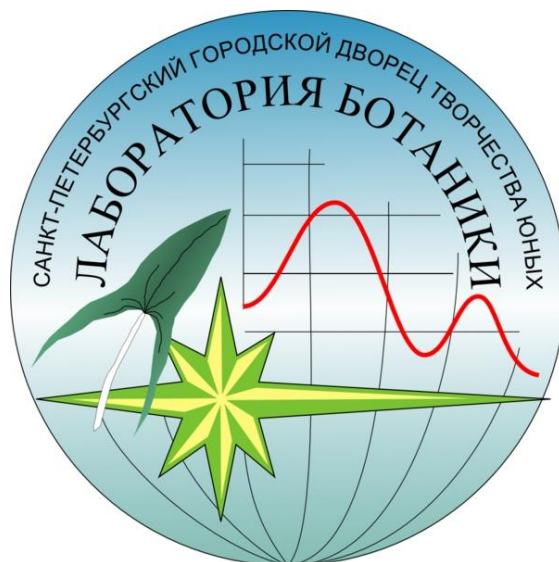


**Санкт-Петербургский городской дворец творчества юных
Эколого-биологический центр «Крестовский остров»
Лаборатория ботаники**



***Изучение микроклимата куртин *Racomitrium lanuginosum* и
выявление влияющих на него факторов***

Авторы:

Немчинов Никита, 11 кл. +79819662520

Паниткова Полина, 9 кл. +79118435880

Почта: nik_nemchinov@bk.ru

Научный руководитель:

п.д.о. ЭБЦ «Крестовский остров» Пичугин С.А.

Санкт-Петербург
2022

Оглавление

Введение.....	3
Физико-географическая характеристика.....	4
Обзор литературы.....	5
Материалы и методы.....	6
Результаты.....	7
Выводы.....	15

Введение

Исследования для нашей работы проводились в Мурманской области на территории гор Хибин в долине реки Гольцовки.

Данная работа посвящена изучению микроклимата куртин мха *Racomitrium lanuginosum* и выявлению влияющих на него факторов.

Цель нашей работы заключалась в попытке определить факторы влияющие на микроклимат внутри куртины мха *Racomitrium lanuginosum*.

Для решения этой цели мы поставили следующие **задачи**:

- 1) Выявить факторы, влияющие на температуру куртины мха.
- 2) Выявить факторы, влияющие на влажность куртины мха.

Хотим выразить отдельную благодарность Кушневской Елене Владимировне за помощь в определении собранных образцов и за помощь в статистической обработке данных на Кафедре Геоботаники и экологии растений СПбГУ, а также выражаем за помощь в программировании и считывании термогигрохрон в РГГМУ.



Изображение 1. Куртина *Racomitrium lanuginosum*. Фото: Марк Гольдштейн.

Физико-географическая характеристика

Горы Хибины находятся на Кольском полуострове, в самом его центре. С обеих сторон они ограничены озерами - Имандрой и Умбозером. На крутых склонах лежит снег, ведь массив расположен за Полярным кругом. Но климат мягче, чем в других заполярных районах России из-за влияния теплых течений и ветров Атлантического океана. Еще один фактор влияющий на климат, является рельеф. Так как на горном массиве резко обостряет все атмосферные процессы, и по климатическим особенностям его горные плато сходны с островами Арктики.

Флора гор является ценной, много растений занесено в Красную книгу Росси и Мурманской области. Растительность меняется вместе с увеличением высоты.

Долины разделяют горы на отдельные, достаточно крупные блоки. Они, в свою очередь, разбиваются на более мелкие участки менее значительными ущельями. Крутые уступы снижаются по направлению к озеру Имандра. Островерхих вершин в Хибинах нет. Склоны отвесные, без выступов, многие из них покрыты ледниками и снежниками. Также стоит отметить большое количество древнеледниковых каров и цирков (крутые чашеобразные углубления на склонах). Высочайшей точкой является вершина Юдычвумчорр ("гудящая гора"). Материал собран на склоне одного из массивов в сторону озера Имандра.

Обзор литературы

Существует несколько опытов с удалением мохового покрова, по итогам которого выяснено его благоприятное влияние на прорастание семян, и негативное воздействие на приживание всходов деревьев. (М.П. Ахминова 1985; Из Т.А. Работнов «Экспериментальная фитоцинология» 1987). Интерес также представляет работа по изучению влияния различных факторов среды, формируемых древостоем, на распределение видов травяно-кустарничкового яруса и мохового покрова. Была выявлена зависимость от сквозистости и влажности, а также то, что увлажнение играет большую роль в распределении, чем освещённость. (Е.Н. Журавлёва, В.С. Ипатов «Взаимоотношения видов растений в заболоченных сосновых лесах северо-запада России. 1. Влияние экологических факторов, формируемых древостоем, на виды мохового и травяно-кустарничкового ярусов», 2004). В ходе работы по влиянию доминирующего вида сфагнового мха на развитие травяного яруса были сделаны синхронные замеры температур на поверхности и внутри мохового ковра, образованного сфагнами. (Д.М. Мирин «Влияние доминирующего вида сфагнового мха на развитие травяного яруса», 1999).

Материалы и методы

Все сборы и описания проходили во время экспедиции Лаборатории ботаники в Мурманской области на территории гор Хибин в долине реки Гольцовки в июле 2022 года.

Для выявления признаков влияющих на микроклимат *Racomitrium lanuginosum* нами были заложены площадки размером 1x1 метр, также фиксировалось присутствие растительности рядом с площадкой - в пределах 5x5 метров. Сами площадки выбирались так, чтобы куртины были не повреждены и сходны по размеру. Для описания растительности на заложённой площадке производились геоботанические описания. Также на каждой площадке характеризовалось место произрастания мха, то есть определялся субстрат, экспозиция, уклон, и измерялись размеры куртин. У каждой куртины мы вычисляли плотность, подсчитывая число побегов мха на 25см².

Для измерения температуры и влажности использовались термогигрохроны – приборы для записи данных температуры и влажности, предоставленные нам Кафедрой Геоботаники и экологии растений СПбГУ. Мы предварительно запрограммировали их собирать данные каждые 30 минут в течении 10 суток, а после экспедиции снимали получившиеся данные для составления графиков температуры и влажности.

Всего было заложено 5 площадок, на каждой были установлены термогигрохроны.

Их закладывали по две штуки на площадку: одна внутри куртины мха примерно на 5 сантиметров в глубину куртины, а вторая недалеко от куртины, примерно на 50 сантиметров выше мохового покрова. Второй термогигрохрон устанавливался для дальнейшего сравнения изменений внутри куртины с изменениями воздуха на площадке вовне.

Для статистической обработки данных и построения диаграмм, на которых отображены: размах значений (усы), минимальное и максимальное значения (концы усов), область размаха квартилей (боксы) и среднее арифметическое значение (линия внутри бокса), были использованы пакеты программ «MicrosoftExcel» и «Past».



Изображение 2. Куртина мха *Racomitrium lanuginosum*. Фото: Марк Гольдштейн

Результаты

Чтобы было легче различать площадки, введем их нумерации, какие были у нас во время описаний(1,2,3,4,5). Далее представлены их описания. Краткая характеристика показана в таблице 1.

Первая площадка имеет юго-западную экспозицию с уклоном 25° , располагается на сыпучем склоне. *Racomitrium lanuginosum* растет на камне. Плотность куртины- 11,2 побегов на 1см^2 . Размер куртины $26 \times 11\text{см}$ —самая маленькая куртина из описанных. В пределах площадки $1 \times 1\text{м}$ преобладает *Empetrum nigrum* и *Calluna vulgaris*, а так же есть вкрапления *Vaccinium uliginosum*, *Saussurea alpina*, *Festuca ovina* и *Silene acaulis*, а в мохово-лишайниковом покрове помимо *Racomitrium lanuginosum* – *Cetrária islándica*, *Cetraria nivalis*, редкие вкрапления *Alectoria*, *Thamnia vermicularis*, *Pogonatum urnigerum*, *Cladonia rangiferina* и *Cladonia unciales*. Рядом с площадкой преобладает *Saxifraga oppositifolia*, так же встречаются *Betula czerepanovii*, Зебальдия и *Juncus trifidus*.

Вторая площадка имеет южную экспозицию с уклоном 35° , располагается на мокром склоне перед обрывом, *Racomitrium lanuginosum* растёт на перегнивающей подстилке. Плотность 10,4 побегов на 1см^2 . Размер куртины 45×36 см

В пределах площадки $1 \times 1\text{м}$ травяно-кустарничковый ярус развит не сильно, преобладает *Empetrum nigrum*, встречается *Vaccinium uliginosum* и *Andromeda polifolia*. мохово-лешайниковый покров развит сильнее, помимо *Racomitrium lanuginosum*, встречаются *Ptilidium*, *loeskyunnum badium*, *Ditrichum flexicaule*, *Scorpidium cosonii*, печеночник семейства *ungermanuaceae*, *Cladonia rangiferina* и *Cladonia unciales*, с вкраплениями *Aulacomnium*. Она самая скудная по разнообразию видов травяно-кустарничкового яруса в пределах площадки. Рядом с площадкой преобладают *Calluna vulgaris*, *Betula czerepanovii* и *Carex bigelowii*, также встречаются *Juncus trifidus*, *Tofieldia coccinea*, *Phyllodoce caerulea*, *Silene acaulis*, *Bartsia alpina*, *Picea obovata*, *Cetrária islándica*.

Третья площадка имеет западную экспозицию с уклоном 30° . , располагается на краю ровной площадки влажного склона. *Racomitrium lanuginosum* растет на камне. Плотность 9,2 побегов на 1см^2 . Размер куртины 53×40 – самая крупная куртина из описанных. В пределах площадки $1 \times 1\text{м}$ сравнительно развитый травяно-кустарничковый ярус, преобладают *Calluna vulgaris* и *Festuca ovina*, также присутствуют *Drýas octopétala*, *Carex bigelowii* и *Antennaria dioica*, встречаются *Tofieldia coccinea*, *Bartsia alpina*, *Hieracium sp.*, *Saxifraga oppositifolia*, *Selaginella*. мохово-лешайниковый покров развит чуть меньше, помимо *Racomitrium lanuginosum* есть *Cetrarianivalis*, *Alectoria*, *Ditrichum flexicaule*, *Cifosiella sp*, *Ungermania sp*, *Thamnia vermicularis*. Рядом с площадкой преобладают *Arctous alpine* и *Vaccinium uliginosum*, также

встречаются *Juniperus communis*, *Saussurea alpina*, *Saxifraga oppositifolia* и *Betula czerepanovii*.

Четвертая площадка имеет юго-восточную экспозицию с уклоном 10°, расположена на каменистой площадке, *Racomitrium lanuginosum* растет на камне и перегнивающей подстилке. Плотность куртины – 10,8 побегов на см². Размер куртины 45x30 см. В пределах площадки 1x1 м больше развит мохово-лишайниковый ярус. В травяно-кустарничковом ярусе преобладают *Vaccinium uliginosum* и *Empetrum nigrum*, также присутствуют *Calluna vulgaris*, *Dryas octopétala* и *Arctostaphylos uva-ursi*, мохово-лишайниковый покров представлен *Racomitrium lanuginosum*, *Cetrária islándica*, *Cetraria nivalis*, *Alectoria*, *Cladonia rangiferina*, присутствует *Thamnia vermicularis*. Рядом с площадкой преобладают *Calluna vulgaris*, *Arctous alpine* и *Loisuleuria*, так же встречаются *Festuca ovina*, *Bartsia alpina*, *Pinus sylvestris*, *Juniperus communis*, *Betula czerepanovii*.

Пятая площадка имеет южную экспозицию с уклоном 10°, расположена на ровной площадке с ручьем, *Racomitrium lanuginosum* растет на мелком камне. Плотность куртины – 6,8 побегов на см², размер – 40x25. В пределах площадки 1x1 преобладает мохово-лишайниковый покров, представленный *Racomitrium lanuginosum*, *Cetrária islándica*, *Cetraria nivalis*, *Alectoria* и *Cladonia rangiferina*. В травяно-кустарничковом ярусе преобладают *Vaccinium uliginosum*, *Andromeda polifolia* и *Trichóphorum alpinum*, так же присутствуют *Silene acaulis* и *Empetrum nigrum*. Рядом с площадкой преобладают *Calluna vulgaris* и *Aulacomnium*, так же встречаются *Juncus trifidus*, *Bartsia alpina*, *Carex bigelowii*, *Saussurea alpina*, *Festuca ovina*, *Pinguicula vulgare*.

Таблица 1. Характеристики описаний площадок

Площадка	1	2	3	4	5
Характеристики					
Уклон (°)	25	35	30	10	10
Экспозиция площадки	юз	юг	з	юв	юг
Количество побегов на 25см ²	280	260	230	270	170
Размер куртины (см)	26x11	45x36	53x40	45x30	40x25
ОПП (%)	100	80	70	70	75
ПП тья (%)	60	45	50	30	20
<i>Vaccinium uliginosum</i>	15	15		10	25
<i>Saussurea alpina</i>	10				
<i>Callúna vulgáris</i>	30		20	2	
<i>Festuca ovina</i>	10		20		
<i>Silene acaulis</i>	5				+
<i>Empetrum nigrum</i>	30	30		20	+
<i>Andromeda polifolia</i>		+			5

Tofieldia coccinea			+		
Drýas octopétala			5	+	
Bartsia alpina			+		
Carex bigelowii			10		
Antennária dióica			5		
Hieracium murorum			+		
Saxifraga oppositifolia			+		
Selaginella selaginoides			+		
Trichóphorum alpinum					10
Высота растений:					
Максимальная	10	13	12	10	20
Средняя	6	6	5	6	6
ПП мля (%)	40	70	40	70	90
Racomitrium lanuginosum	20	50	20	20	60
Cetrária islándica	5			10	15
Cetraria nivalis	8		10	35	15
Alectoria	+		5	10	5
Thamnoлия vermicularis	+		+	+	
Cladonia rangiferina	+	5		10	+
Cladonia uncialis	+	5			
Loeskyрnum badium		+			
Ptelidium		30			
Ditrichum flexicaule		+	+		
Cifosiella sp			+		
Ungermania sp			+		
Pogonatum urnigerum	+				
Scorpidium cosonii		+			
Ungermanuaceae		+	5		

Присутствие видов рядом с площадкой					
Betula czerepanovii	+	++	+	+	
Sibbaldia procumbens	+				
Juncus trifidus	+	+			+
Saxifraga oppositifolia	++		+		
Phyllodoce caerulea		+			
Tofieldia coccinea		+			
Silene acaulis		+			
Carex bigelowii		++			+
Bartsia alpina		+		+	+
Píceа obovátа		+			
Cetrária islándica		+			
Callúna vulgáris		++		++	++
Arctous alpina			++		
Vaccinium uliginosum			++		
Juniperus communis			+	+	

Saussurea alpina			+		+
Loisuleuria				++	
Pinus sylvestris				+	
Arctostaphylos uva-ursi				++	
Festuca ovina				+	+
Pinguicula vulgaris					+
Aulacomnium					++

Условные обозначения: «++» - присутствует в большом количестве, «+» - присутствует; «ОПП» - общее проективное покрытие, «ПП» - проективное покрытие; «ТКЯ» - травяно-кустарниковый ярус, «МЛЯ» - мохово-лишайниковый ярус

Далее представлен анализ данных с термогигрохронов. В связи с неисправностью оборудования, с площадки 2 данных с термогигрохронов получено не было, с площадки 1 получены только данные температуры и влажности внутри куртины.

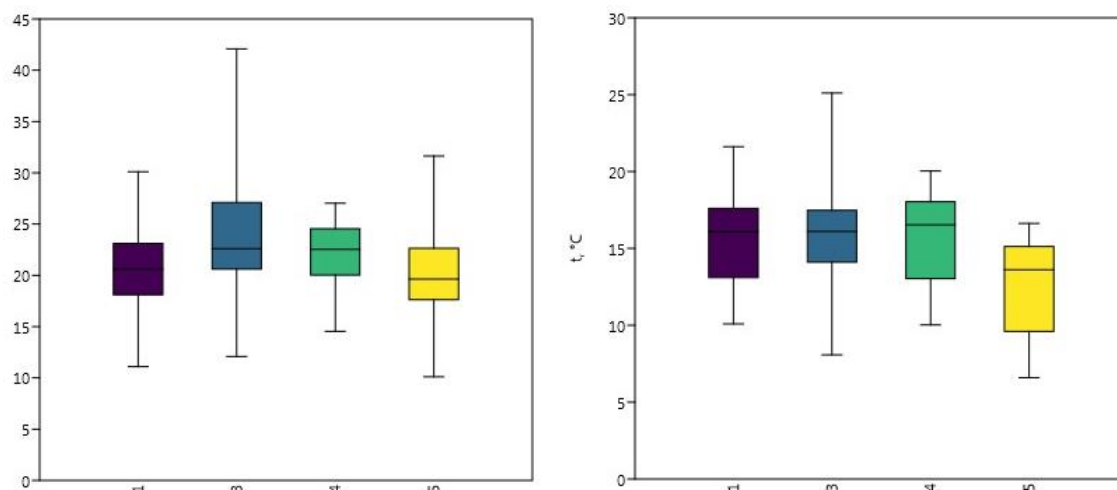


Диаграмма 1-2. Температуры в куртинах днем (слева). Температуры в куртинах ночью (справа)

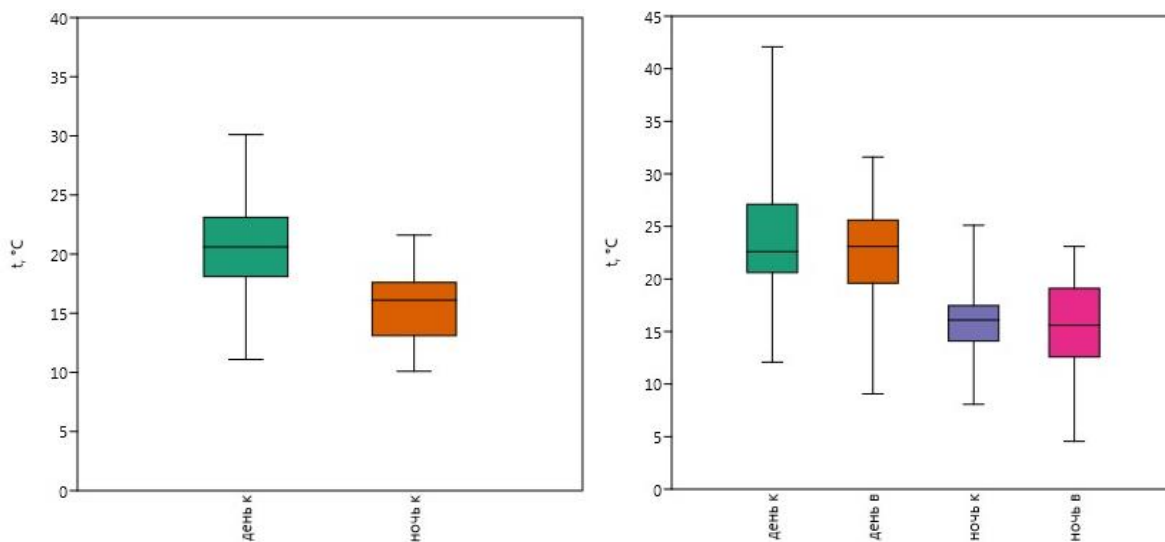


Диаграмма 3-4. Температуры площадки 1 (слева), Температуры площадки 3(справа). «День К» - в куртине днем, «День В» - воздух днем, «Ночь К» - в куртине ночью, «Ночь В» - воздух ночью.

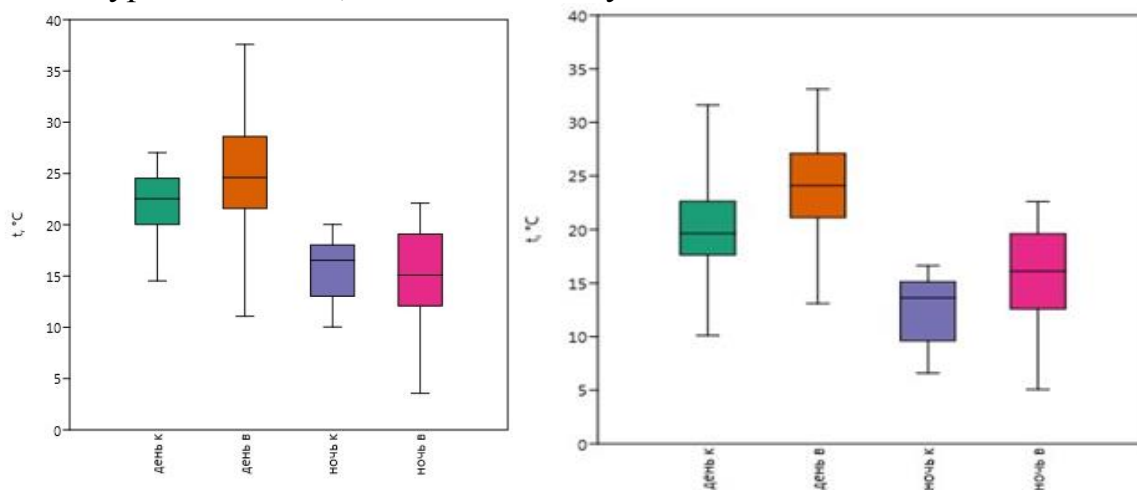


Диаграмма 5-6 Температуры площадки 4(слева), Температуры площадки 5(справа).

В ходе анализа данных температуры мы заметили следующие интересные моменты:

1. По данным термогигрохрона, на площадке 5 температура внутри куртины была ниже, чем в остальных (график 1), а также ниже, чем температура воздуха у этой площадки. Мы предполагаем, что это связано с тем, что куртина находилась рядом с ручьем, и на площадке было много болотных видов, то есть температура в куртине больше зависит от температуры воды, нежели воздуха.

2. Мы заметили, что на площадках 1 и 3 позже всех прогреваются и позже всех остывают куртины, что показывает способность куртины удерживать тепло. Однако температура воздуха на этих площадках меняется аналогично другим. Возможно, это связано с признаками, присущими обеим площадкам – западная экспозиция и сходный уклон (25° и 30° соответственно), в то время, как среди остальных площадок не встречается западная экспозиция и уклон отличается сильнее. Также на площадке 3 самый скудный травяно-кустарничковый ярус из описанных, а температура в куртине периодически превышает температуру воздуха.

3. На площадке 4 днем самый теплый воздух из всех площадок, предположительно это связано с ее Юго-восточной экспозицией, а также с довольно маленьким уклоном - 10° .

По итогам анализа данных по влажности мы смогли выделить следующие моменты:

1. Влажность внутри куртины на площадке 5 почти не меняется и стабильно выше, чем влажность воздуха. Можно предположить, что это связано самым маленьким уклоном - 10° , а также с самой низкой среди описанных площадок плотностью – 170п/см^2 и существенным преобладанием мохово-лишайникового яруса над травяно-кустарничковым, так как по этим параметрам площадка 5 кардинально отличается от остальных.



График 1. Влажность в куртине площадки 5

2. Куртина площадки 3 большую часть времени значительно суше, чем остальные площадки, лишь в дождь ее влажность стала такой же, как на других. Возможно, это объясняется слабой выраженностью мохово-лишайникового яруса в сравнении с другими описанными площадками. Однако влажность куртины, как и почти у всех площадок, повышается в дождь.

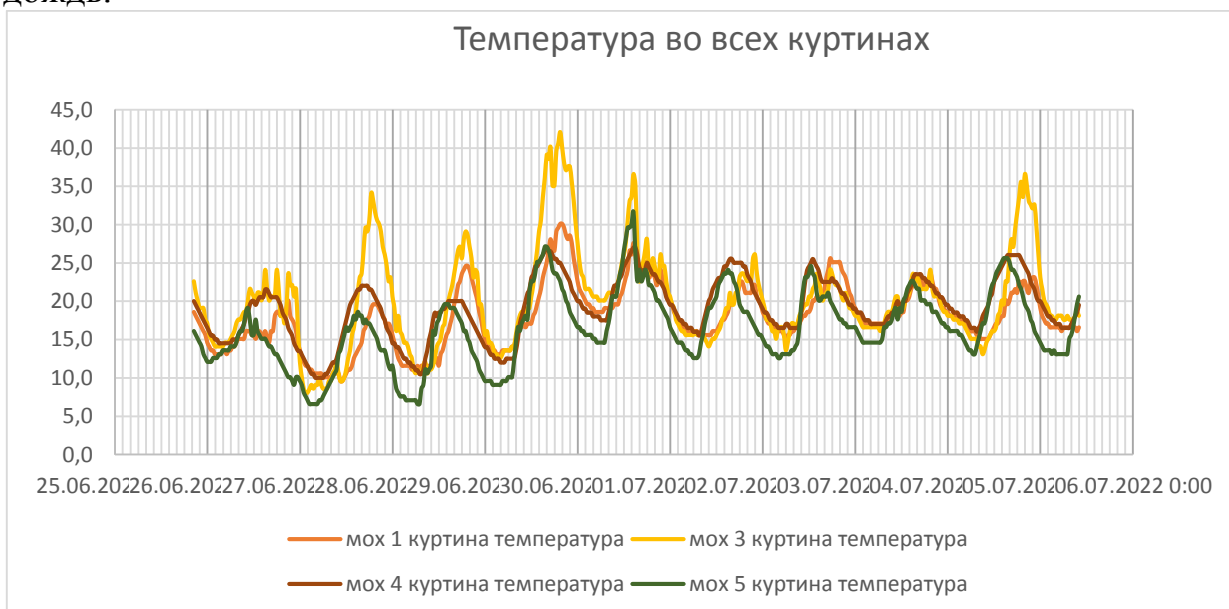


График 2. Температура в куртине всех площадок

3. В куртине площадки 4 влажность крайне нестабильна – периодически она значительно выше показателей влажности воздуха, а иногда несильно, но ниже показателей по воздуху. Влажность воздуха же самая низкая среди всех описанных площадок. Мы предполагаем, что это связано с тем, что на этой площадке меньше всего лишайников и самое большое разнообразие мхов.

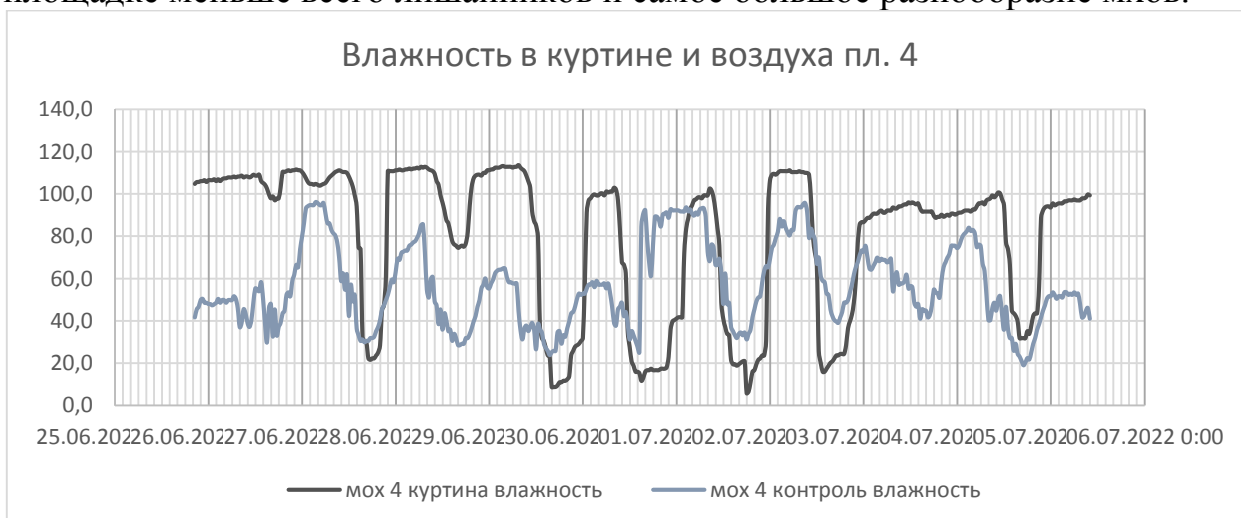


График 1. Влажность площадки 4

В ходе анализа мы не выявили зависимости микроклимата от размера куртины.

Выводы

1.1 Температура в заболоченной куртине мха помимо температуры воздуха зависит от температуры воды в ручье.

1.2. Экспозиция и уклон влияют на время начала прогревания и остывания куртины в течении дня.

1.3 На площадках со скудным травяно-кустарничковым ярусом температура в куртине превышает температуру воздуха.

1.4 На площадке с Юго-восточной экспозицией и самым маленьким уклоном наблюдается самая высокая температура воздуха.

2.1 На площадке с самым маленьким уклоном, а также самой низкой плотностью и существенным преобладанием мохово-лишайникового яруса над травяно-кустарничковым влажность внутри куртины почти не меняется в течении дня и стабильно выше, чем влажность воздуха.

2.2. На площадке со слабой выраженностью мохово-лишайникового яруса большую часть времени куртина гораздо суше. Влажность куртины повышается только в дождь.

2.3. На площадке, где меньше всего лишайников и самое большое разнообразие мхов влажность крайне нестабильна – периодически она значительно выше показателей влажности воздуха, а иногда несильно, но ниже показателей по воздуху.

3. Зависимости от размера куртины не выявлено.

Список литературы

1. Т.А. Работнов «Экспериментальная фитоцинология» 1987
2. Е.Н. Журавлёва, В.С. Ипатов «Взаимоотношения видов растений в заболоченных сосновых лесах северо-запада России. 1. Влияние экологических факторов, формируемых древостоем, на виды мохового и травяно-кустарничкового ярусов», 2004
3. Д.М. Мирин «Влияние доминирующего вида сфагнового мха на развитие травяного яруса», 1999
4. М.С. Гольдштейн, Н.М. Немчинов. Изучение мохового покрова лесных сообществ и его микроклиматических условий. 2021