



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра водно-технических изысканий

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)


На тему **Изменение высотных отметок**
поверхности болота Ламмин-Суо

Исполнитель Буржинский Алексей Геннадьевич
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат физико-математических наук
(ученая степень, ученое звание)

Саноцкая Надежда Александровна
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой


(подпись)

кандидат географических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

Исаев Дмитрий Игоревич
(фамилия, имя, отчество)

«13» июня 2022г.

Санкт-Петербург
2022

Оглавление

Введение.....	3
1 Физико-географическое описание болота Ламмин-Суо	4
1.1. Гидрография	4
1.2 Описание озер, расположенных на болотном массиве	11
2 Торфонакопление и процесс развития болотного массива.....	17
2.1 Торфонакопление.....	18
2.2 Процесс развития болотных массивов.....	22
3. Определение расчетной поверхности болота и характеристик структуры горизонта формирования микрорельефа. Общие положения	25
3.1 Размещение на болоте, направление и длина линии таксации, и закрепление ее на местности.	27
3.2 Методика выполнения таксации	31
4. Экспериментальные данные и их обработка. Обработка данных линий таксации.....	33
4.1. Сравнение полученных данных и данных прошлых лет	40
Заключение	45
Список используемой литературы	47

Введение

Наблюдение за высотными отметками болотных массивов позволяют не только фиксировать изменения рельефа, но и так же иметь представление об объёме болотного массива. Данная информация может иметь важное значение при прогнозном расчёте речного стока, так как болота имеют свои собственные ручьи, которые потом впадают в более крупные реки, тем самым могут менять годовой режим рек. Так же болото является естественным регулятором стока, зная объём болота и общее количество воды, которое может привести к стоку с болота так же можно будет минимизировать ошибки прогнозных значений.

В данной работе мною будет рассмотрено расположение болотного массива Ламмин-Суо, а так же его гидрографические особенности. Так же будет расписан процесс торфонакопления и в целом процесс развития болотного массива.

Мною была выполнена линейная таксация возле скважины 1076 и по измеренным данным получены значения высотной отметки в данном микроландшафте болотного массива и значение уровней болотных вод.

Были взяты значения отметок болотной поверхности, уровней болотных вод и осадков за период с 1983 по 1990 годы и добавлены измеренные мною значения за август 2021 года. По всем этим данным будут построены графики, которые позволят увидеть связь между характеристиками и увидеть процесс развития болотного массива во времени.

В данной работе основной задачей является пронаблюдать за изменением высотной отметки возле одной из скважин и по ней пронаблюдать изменение высоты.

Целью ставится пронаблюдать изменение высотной отметки и пронаблюдать отношение высотных отметок к уровням болотных вод и осадкам.

1 Физико-географическое описание болота Ламмин-Суо

Ламмин Суо – верховое болото, образовавшееся при зарастании трёх озёр, расположенных на плоском участке водораздела, в ледниковой котловине. Верховые болота – отдельный вид болот, питание которых осуществляется атмосферными осадками, за счёт чего там крайне мало минеральных веществ. С 1940-х годов на болоте действует экспериментальная база Государственного гидрометеорологического института. С 1976 года болото и окружающий его лес образуют гидрологический заказник.

1.1. Гидрография

Болотный массив Ламмин-Суо (болото Озерное) расположен на водоразделе бассейнов рек Черная и Сестра, впадающих в Финский залив (рисунок 1). Большая часть поверхностного стока с болотного массива стекает в бассейн реки Сестра. Гидрографическая сеть болота Ламмин-Суо состоит из пяти ручьев и одного временного водотока, дренирующих массив. Все они являются элементами первичной гидрографической сети этой водораздельной территории. Гидрография объекта исследований также представлена тремя болотными озерами и четырьмя заросшими (погребенными) озерами с остаточными водными линзами (рисунок 2) [7].

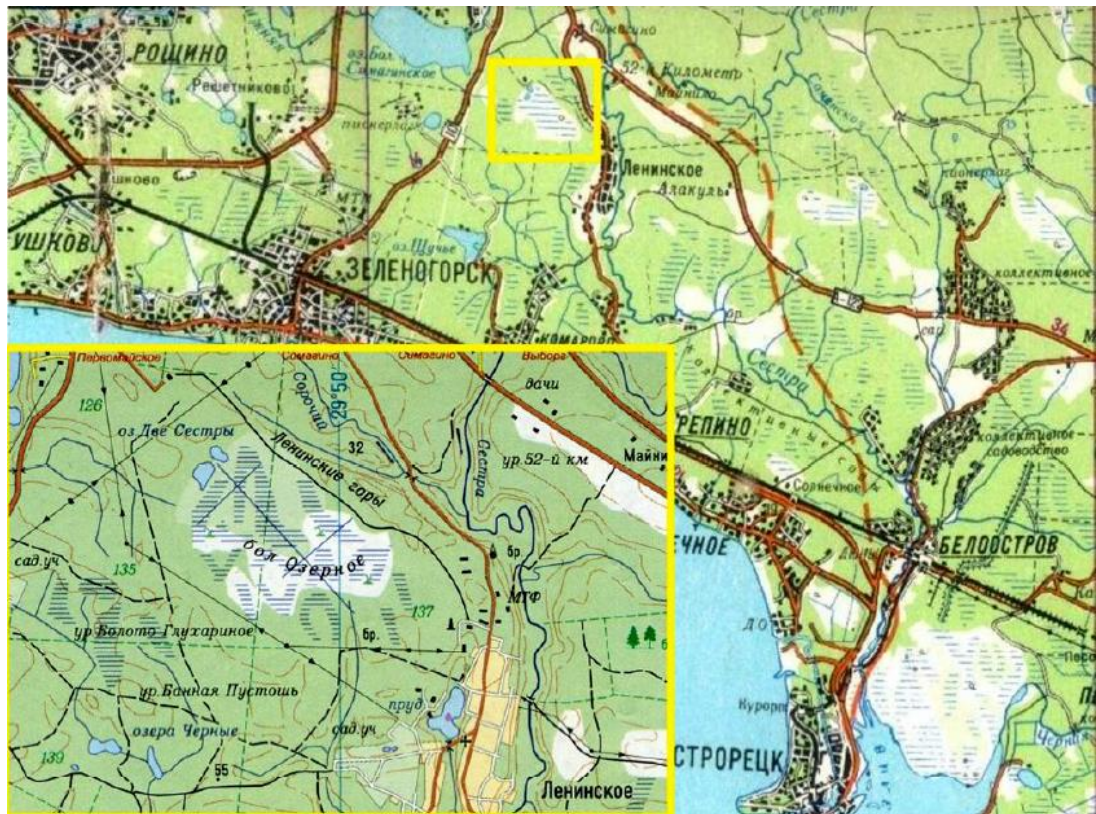


Рисунок 1.1 – Местоположение болотной станции

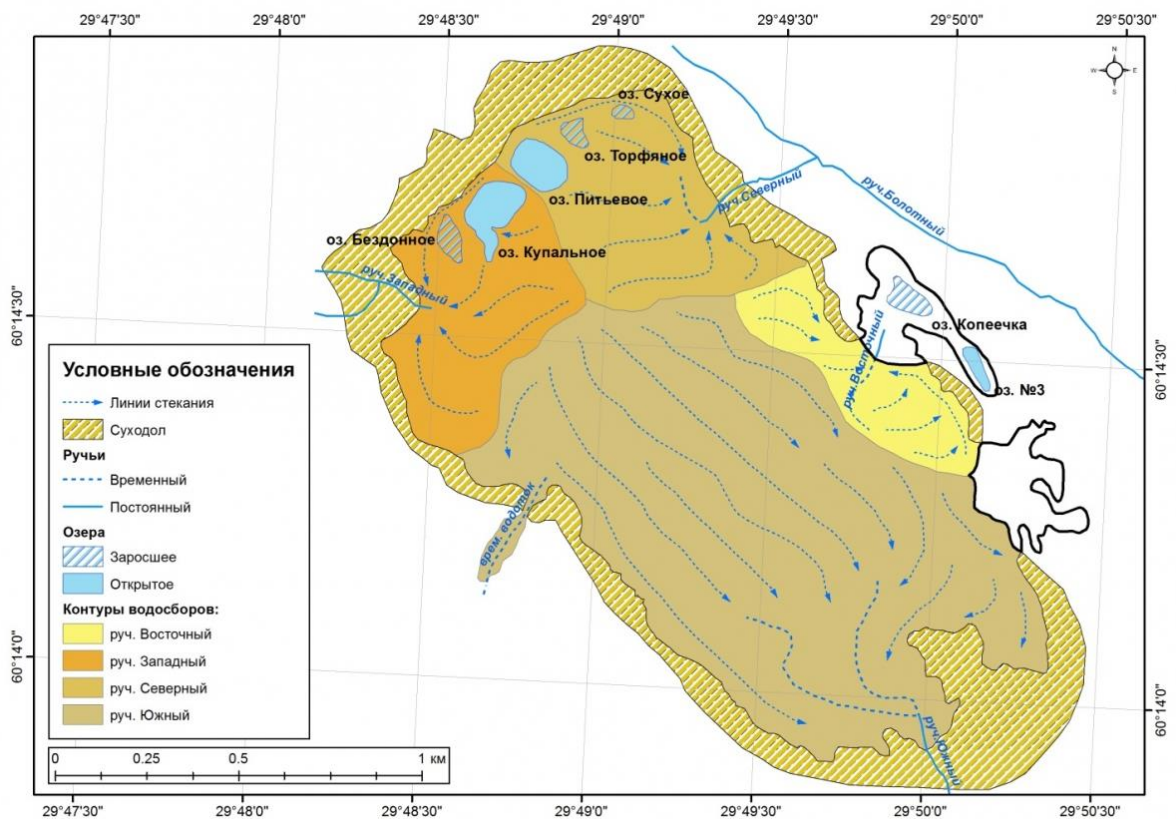


Рисунок 1.2 – Гидрографические условия болота Ламмин-Суо

Гидрографические характеристики водотоков, дренирующих болотный массив Ламмин-Суо, представлены в таблице 1. В таблице 2 представлена типология болотных ландшафтов на водосборных площадях рассматриваемых ручьев.

Истоки всех ручьев, вытекающих из болотного массива, формируются на его окрайках в полосе шириной 10-30 м, где образуется ложбина, концентрирующая сток болотных вод (рисунок 2). Открытые русла водотоков появляются только на выходе из болота[7].

Таблица 1.1 – Гидрографические характеристики ручьев

Ручей	Площадь водосбора, км ²	Лесистость, (суходол+болото),%	Заболоченность, %	Озерность, %
Южный	1,18	31,4 (8,5+22,9)	91,5	0,0
Западный-1,2	0,32	78,4 (28,1+50,3)	66,3	5,6
Северный	0,37	93,5 (17,3+76,2)	78,6	4,1
Восточный	0,10	36,0 (18,0+18,0)	82,0	0,0

Таблица 1.2 – Состав и площадь болотных ландшафтов на водосборах ручьев.

Ручей	Группа болотных микроландшафтов, %				
	Лесные	Мохово-лесные	Моховые	Мохово-травяные	Комплексные
Южный	17	9	>1	52	12
Западный-1,2	19	16	15	16	<1
Северный	11	24	22	8	14
Восточный	9	45	-	16	12

Исток ручья Южный формируется на юго-восточной окрайке болотного массива. Поверхностный сток с южной части болота концентрируется в пологой ложбине, которая переходит в руслообразующую фазу – собственно ручей Южный. Далее водоток по подводящему каналу верхнего бьефа гидрометрического сооружения пересекает земляную дамбу. Стоковый пост оборудован гидрометрическим лотком пропускной

способностью 1 м³/с. В меженные периоды сток измеряется с помощью треугольного водослива с углом выреза 90° (рисунок 3).

Ручей Северный вытекает из северо-восточной части массива, прорезая низкий оз и впадает в небольшое межозовое низинное болото, на котором русловой врез практически теряется. На выходе из этого болота установлен шпунтовой ряд, перекрывающий узкий каналобразный (предположительно антропогенного происхождения) врез ручья, пересекающий относительно глубокую седловину высокого оза. В конце подводящего канала с успокоительным бассейном установлен тонкостенный водослив с углом выреза 90°. Далее ручей выходит на относительно широкую заболоченную долину ручья Болотный, где и впадает в него. В меженный период сток ручья Северный в устье составляет более 70% от общего стока после его слияния с ручьем Болотный. Длина ручья составляет около 300 м.

На ручье Болотный, берущем начало на камовой террасе в 150 метрах ниже впадения ручья Северный, расположен старый гидрометрический створ, аналогичный описанному выше. В 80-ых годах прошлого столетия на нем проводились гидрологические наблюдения. Далее, ручей Болотный протекает вдоль северо-восточной периферии исследуемого массива в глубоком межозовом понижении, вбирая в себя многочисленные родники из правобережного высокого оза – “Ленинские горы” (длина около 1700 метров и высота 20-25 метров), отделяющего его от болота Ламмин-Суо. Выходя из района камово-озовой возвышенности с довольно бурным течением, он сливается с ручьем Сорочий, который вытекает из озера Симагинское и является правобережным притоком реки Сестра[4, 5].

Ручьи Западный-1 и Западный-2 дренируют западную часть болотного массива Ламмин-Суо. Стекающие к окрайке болота воды, попадают на примыкающий к нему заболоченный лес, в котором когда-то были прорыты осушительные каналы. Две такие каналы и перехватывают поступающий с болота сток. Выходя на более высокий участок, их сток принимают в себя подводящие каналы гидрометрических сооружений Западный-1 и Западный-

2 с установленными на них тонкостенными водосливами с углом выреза также 90° .

Далее водотоки проходят по более низкой и заболоченной местности, где осушительные каналы нередко прерываются болотистыми образованиями. Ниже по течению их принимает в себя заброшенная сеть магистральных каналов. Сеть таких каналов образует ручей Смолянец, который втекает в озеро Большое Симагинское, относящееся к бассейну реки Черная, впадающей в Финский залив. Длина ручьев до впадения в озеро составляет 2,7 км.

Ручей Восточный вытекает из северо-восточной окрайки болота и впадает в болотное урочище Копеечка, состоящее из заросшего внутриболотного озера Копеечка и озера № 3 (рисунок 9). Собственно, это даже не ручей, а протока длиной менее 50 м, пересекающая минеральный перешеек, по которой осуществляется сток болотных вод массива Ламмин-Суо в упомянутое урочище. Сток воды из урочища осуществляется инфильтрационным способом через высокий оз в ручей Болотный, принадлежащий к бассейну реки Сестра.

Ручей не образует на болотном массиве какой-либо ложбины концентрированного стока и вытекает непосредственно из болота. В его истоке, над расчищенным (в период организации стокового поста в начале 70-х годов прошлого столетия) руслом на уровне 50-60 см возвышается нарастающий сфагновый торф, из которого осуществляется сток воды.



Рисунок 1.3 – Водослив

Наиболее выраженный на местности временный водоток дренирует топяной участок юго-западной окрайки болотного массива, принадлежащей водосбору ручья Южный. Поверхностный сток по нему наблюдался лишь в периоды весенних половодий. В это время талые воды аккумулируются на обводненной окрайке болотного массива и стекают по его пониженной (топяной) части.

В последние годы, в связи с прокладкой временной лесовозной дороги, в режиме стока данного водотока произошли заметные изменения. Болотные воды в весенний период преграждаются дорогой, и площадь зоны подтопления увеличивается. Только при достижении уровня перелива, они частично разгружаются в осушительную сеть, расположенную за дорогой. В связи с этим состав болотной растительности смещается в сторону гидрофильных видов, как со стороны болота, так и ниже лесовозной дороги.



Рисунок 1.4 – Гидрометрический пост

В последние годы в связи с увеличивающимся обводнением южной части болотного массива, здесь образуются еще два временных малых водотока с болота в весенний период. Они расположены в 180 и 300 метрах по створу линии электропередачи со стороны правого берега ручья Южный. Это участки, где наиболее близко к болотному массиву расположены гидромелиоративные каналы, способствующие перетоку воды в осушительную сеть[7].

В 460-ти метрах по коридору линии электропередачи со стороны левого берега ручья Южный протекает первый левобережный приток без названия, который впадает в ручей ниже гидрометрического створа. По результатам дешифрирования планового изображения местности без проведения наземного обследования, верховья этого ручья можно ошибочно отнести к водосбору ручья Южный. Площадь его водосбора в настоящее время составляет около 10 га. Интенсивность нарастания торфяной залежи на южной периферии болотного массива более высока, в силу своей большей обводненности в маловодные периоды, чем в юго-восточной части массива. Этому в некоторой степени способствовала отсыпка земляной дамбы при обустройстве в конце 40-ых годов прошлого века гидрометрического поста (рисунок 4) на ручье Южный.

При дальнейшем нарастании торфяной залежи на болотном массиве, водосборная площадь левого притока б/н по всей видимости будет

увеличиваться. В нее войдет частично левобережье истока ручья Южный, часть водосборной площади ручья Восточный и участок болота со значительным по площади суходольным притоком, с которого сток в настоящее время осуществляется инфильтрационным способом (аналогично стоку из урочища Копеечка) в ручей Болотный. На рисунке 2 этот участок болотного массива не закрашен, так как в настоящее время он не относится ни к одному из исследуемых болотных водосборов.

1.2 Описание озер, расположенных на болотном массиве

На болотном массиве расположены два внутриболотных озера: группа озер Две Сестры (рисунок 5), состоящая из озер Питьевое (рисунок 7) и Купальное (рисунок 8), известное ранее под именем Муна-Ламмин, разделенных узким минеральным поднятием дна с торфяной перемычкой на поверхности и периферийного озера № 3 (рисунок 6), расположенного на окрайке восточной части болота. В пределах болотного массива обнаружены и четыре погребенных (покрытых сплавиной) водоема (рисунок 2), находящихся на разной стадии зарастания и степени заторфовывания [4, 5].



Рисунок 1.5 – Озера 2 Сестры

Генетически все семь водоемов представляют собой сохранившиеся до наших дней остатки озера времени раннего голоцена, располагавшегося в данной послеледниковой депрессии, мелководные участки которого позже послужили очагами первичного заболачивания. Среднемноголетние уровни воды палеозера были примерно на 2 м ниже современного уровня воды на озерах Две Сестры. Рассматриваемые водоемы расположены на наиболее

глубоководных участках (контакт с каменно-озовым поднятием) акватории палеозера и являются первичными[4 5].



Рисунок 1.6 – Озеро №3

Погребенные под сплавиной озера представляют собой остаточные водные линзы с высоким содержанием взвешенной органики, иногда разделенные горизонтальным слоем торфа. Они являются продуктами зарастания и последующего заболачивания сверху и, в данном случае, их местоположение можно определить по космическим снимкам. Наиболее заторфованными из них являются заросшие озера Сухое и Торфяное. Следует отметить, что степень заторфованности озер определена приблизительно при зондировании залежи с помощью щупа. В будущем для получения достаточно объективно этой характеристики необходимо использовать торфоотборники. Практически вся их дневная поверхность занята мохово-лесным микроландшафтом. На поверхности заросших озер Копеечка и

Бездонное расположены открытые мохово-травяные микроландшафты с начальными признаками формирования гряд и островков. На них еще сохраняются не заросшие окна водной поверхности, по форме представляющие собой практически идеальную окружность – “копеечку”. Наиболее молодым по времени смыкания заболачиваемой водной поверхности является заросшее озеро Копеечка.

Таблица 1.3 – Гидрографические характеристики озер

Озеро	Площадь зеркала, м ²	Объем воды, м ³	Глубина ср/мах, м
Купальное	17900	66900	3,7/10,1
Питьевое	15300	65750	4,3/12,2
№3	5600	13200	2,35/5,7

Озерные котловины зарастают с разной интенсивностью, обусловленной разным геоморфологическим их залеганием. Наиболее заторфована котловина озера Купальное. Мощность донных отложений на наиболее глубоком озере Питьевое, менее значительна. Оба этих озера заболачиваются преимущественно со стороны болотного массива. На поверхности озер имеются многочисленные фрагменты сплавин в виде плавающих торфяных островков, являющихся характерным признаком заболачивания сверху. Озеро № 3 подвержено заболачиванию в наименьшей степени, так как практически вся его береговая кромка расположена на границе с суходолом (озом). Болото наступает лишь на узком контакте его с ныне заболоченным (погребенным) озером Копеечка.

Все водоемы приурочены к северо-западной и северо-восточной периферии, отделяющей болотный массив от камово-озового поднятия. Наиболее обводненные горизонты заросших озер Копеечка и Бездонное представляют собой водную среду с взвешенной органикой, а заросших озер Сухое и Торфяное – сильно разжиженный торф [7].

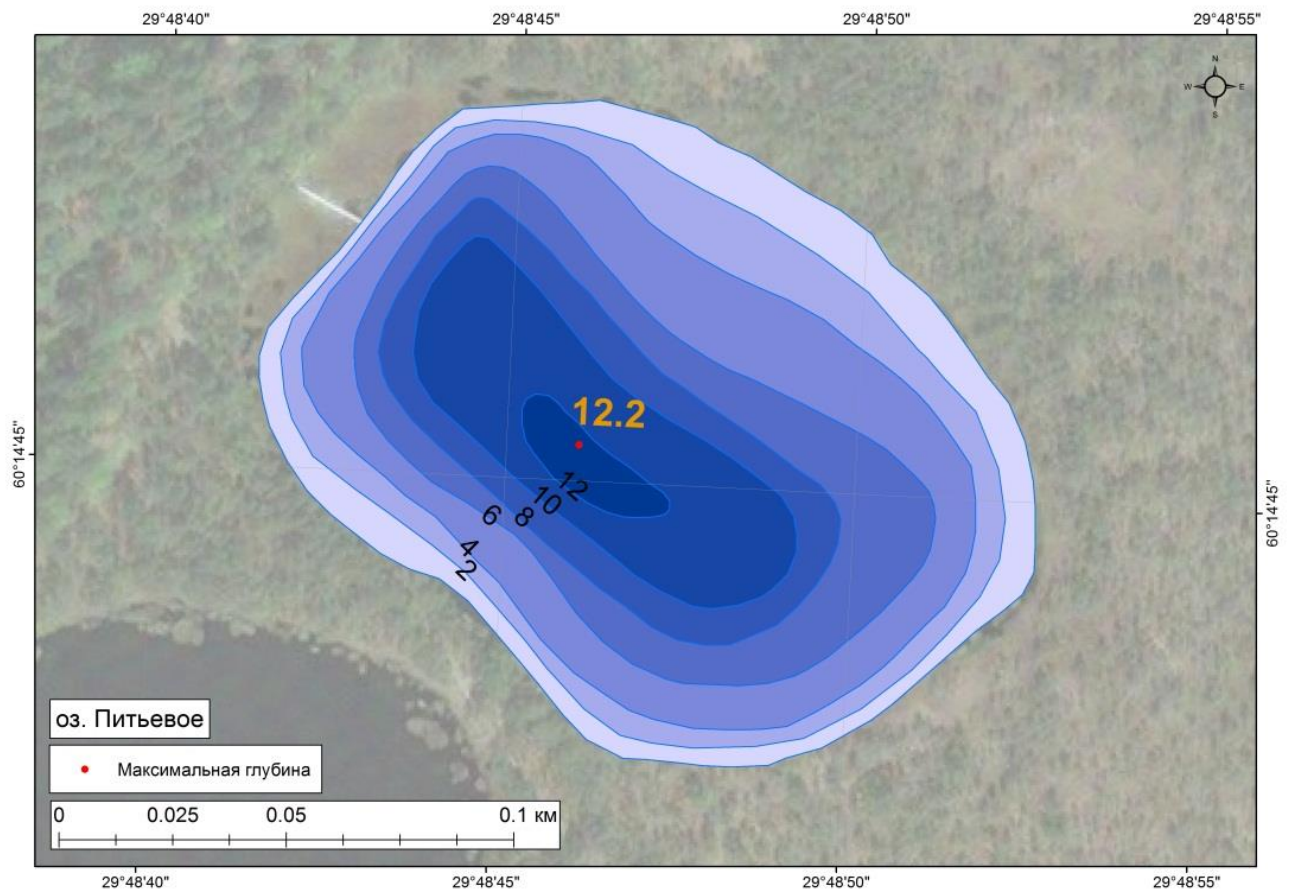


Рисунок 1.7 – Батиметрическая карта оз. Пит'евое

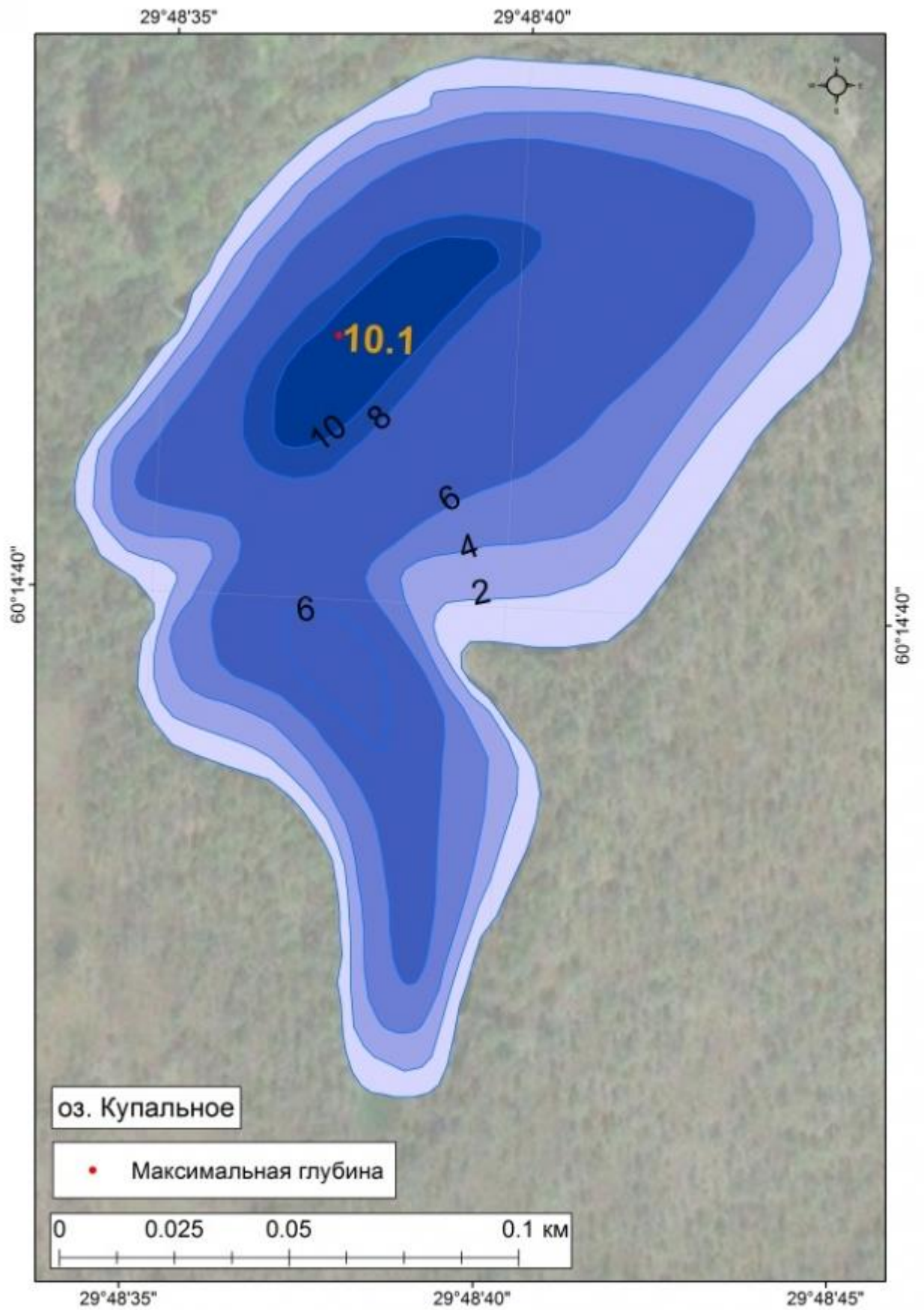


Рисунок 1.8 – Батиметрическая карта оз. Купального

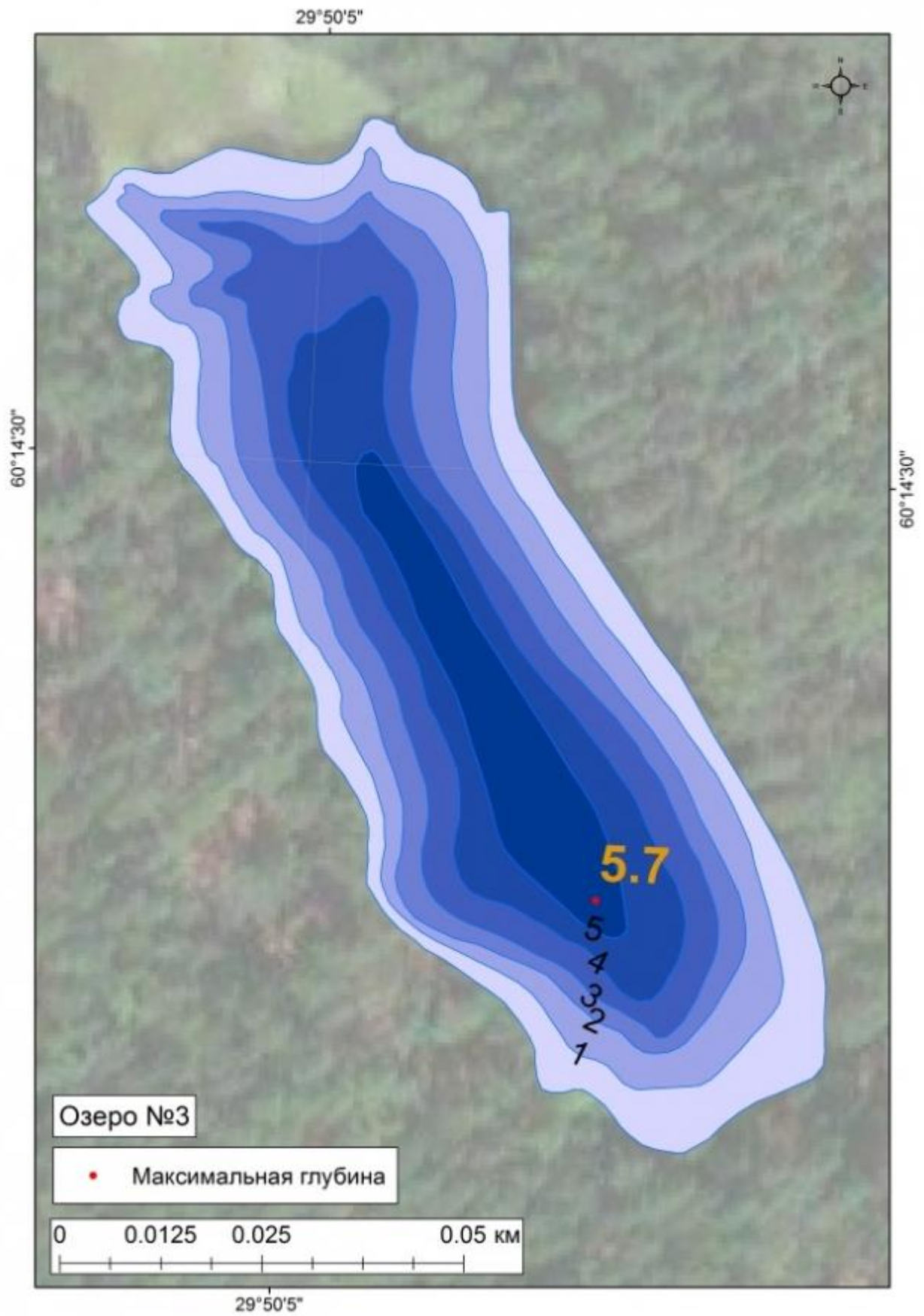


Рисунок 1.9 – Батиметрическая карта оз. №3

2 Торфонакопление и процесс развития болотного массива

Так как болотами занимаются различные отрасли, такие как гидрология, ботаника, экономика и прочие, то необходимо дать такое определение, которое бы наиболее полно дало начальное понятие для гидрологии[2].

Характерные черты болот, с точки зрения гидрологии:

1) Обильное, застойное или весьма слабо проточное увлажнение верхних горизонтов почво-грунтов, вызывающее недостаток аэрации почвы, особые почвенные процессы, приводящие в конечном счёте к образованию особой органической породы – торфа

2) Процесс торфообразования и непрерывное накопление торфа

3) Наличие особой болотной растительности, состоящей из таких форм растений, которые приспособлены к существованию в условиях закисленной среды, периодического или постоянного обилия влаги и недостатка кислорода в почвенном субстрате. Растительность болота синтезирует и отражает в себе всю совокупность местных условий и весьма чутко реагирует на их изменения.

К условиям, определяющим существование на болоте тех или иных растительных ассоциаций, относится в первую очередь водный режим. Именно поэтому при изучении гидрологического режима болота гидролог имеет возможность пользоваться растительными группировками как индикаторами водного режима различных участков болота.

Болото, или болотный ландшафт – это участок территории, характеризующийся обильным застойным или слабопроточным увлажнением верхних горизонтов почво-грунтов, на котором произрастает специфическая болотная растительность с господством видов, приспособленных к условиям обильного увлажнения и недостатка кислорода в почвенном субстрате, идёт процесс торфонакопления и толщина отложившегося торфа такова, что живые корни основной массы растений не достигают подстилающего

минерального грунта. Заболоченные земли и заболоченные водоёмы, обладая, в сущности, теми же признаками, кроме последнего, являются начальной фазой развития болот[3].

2.1 Торфонакопление

Процесс торфонакопления представляет собой результат двух противоположных по своему характеру процессов: процесса ежегодного прироста органической массы живого растительного покрова процесса и процесса неполного разложения отмирающих частей растительной массы и перехода её в торф[3].

Скорость торфонакопления и, соответственно, быстрота роста торфяной залежи болотного массива зависит от соотношения интенсивностей обоих процессов. Необходимым условием для торфонакопления является преобладание ежегодного прироста новой органической массы над количеством ежегодно разлагающегося материала.

Интенсивность протекания обоих этих процессов зависит, с одной стороны, от гидрологического режима в верхних горизонтах почво-грунтов, с другой стороны, от температурного режима и продолжительности вегетационного периода[1].

Гидрологический режим поверхности суши, находящейся в естественном состоянии, определяется четырьмя физико-географическими факторами: климатом, рельефом поверхности, составом почв и гидрогеологическим строением местности. Температурный режим на поверхности суши и в почво-грунтах почти всецело определяется климатическими условиями. Совместное действие этих факторов в каждой точке земной поверхности создаёт те или другие, благоприятные или неблагоприятные, условия водного и теплового режима для процессов заболачивания.

Влияние климата находит прежде всего отражение в общей закономерности распространения болот по территории земной поверхности, в мощности торфяных отложений, в приуроченности болот в различных климатических зонах к разным элементам рельефа.

Степень заболоченности территории находится в прямой связи с соотношением элементов водного баланса [3].

В зоне избыточного увлажнения, где норма осадков значительно превышает норму испарения с суши, обуславливая более или менее постоянное увлажнение верхних горизонтов почв и грунтов, процессы болотообразования имеют наиболее широкое распространение. Болота представляют здесь основной элемент ландшафта, а болотообразовательный процесс может рассматриваться как характерный зональный признак.

В зоне избыточного увлажнения значительная часть влаги, не расходуемая с поверхности суши на испарение, должна удаляться путём стекания поверхностного и грунтового. При равнинном рельефе с малыми уклонами отвод избытка влаги из поверхностных горизонтов почв и грунтов идёт чрезвычайно медленно. Создаются обширные площади, переувлажнённые застойными водами. В этой зоне болотообразование не наблюдается лишь в тех районах, в которых рельеф местности всхолмленный и имеется хорошо развитая речная сеть. В районах с равнинным рельефом и относительно редкой речной сетью, болота и заболоченные земли занимают большую часть территории обширных междуречных пространств, располагаясь не только в отрицательных элементах рельефа (понижениях местности, котловинах, долинах или оврагах), но покрывая также сплошными массивами и положительные элементы рельефа, включая и речные водоразделы.

Зона неустойчивого увлажнения характеризуется значительно меньшим распространением болот. Здесь болотные массивы приурочены в основном к отрицательным элементам рельефа: к котловинообразным бессточным понижениям местности, оврагам, балкам, озерным котловинам и

речным долинам. Избыточное увлажнение верхних горизонтов почв и грунтов, при условии повышенного испарения, может создаваться лишь за счёт притока поверхностно сточных вод, благодаря выходу на поверхность водоносных пластов или вообще близости к поверхности почвы уровней грунтовых вод в пониженных местах рельефа.

В зоне недостаточного увлажнения болота встречаются редко, как исключение, и располагаются всегда либо в поймах рек, либо в глубоких долинах и впадинах, где избыток влаги на поверхности создаётся или разливом речных вод, или выходящими на поверхность, глубоко залегающими грунтовыми водами. Площади, занимаемые болотными массивами, в зоне недостаточного увлажнения незначительны.

В зонах с недостаточным и неустойчивым увлажнением болота не играют существенной роли в ландшафте и поэтому имеют меньшее значение в общем гидрологическом режиме территории [2].

Важнейшим климатическим фактором, влияющим на болотообразовательный процесс является, как уже указывалось, температурный режим. Влияя на скорость роста растений в вегетационный период, с одной стороны, и на быстроту процесса разложения органического материала отмирающей массы растений, с другой, – температуры воздуха и температуры почвы наряду с влажностью климата определяют интенсивность торфонакопления. Поэтому средние мощности торфяных залежей болот в разных климатических зонах находятся в зависимости не только от влажности климата, но и от температурного режима. Низкие температуры воздуха и почв, особенно в вегетационный период, не благоприятствуют росту растений. Годовой прирост растительной массы в условиях холодного климата невелик. С повышением среднегодовых температур и температур вегетационного периода, ежегодный прирост растительной массы увеличивается. Одновременно повышается и интенсивность процесса разложения органического материала. Следовательно, изменение температурного режима влияет на оба процесса,

определяющие быстроту торфонакопления, в противоположных направлениях. Но изменения скорости прироста растительного материала и быстроты разложения его с изменением температурных условий происходят не в равной мере. Количественное соотношение этих процессов проявляется в изменении средних толщин торфяных отложений, прослеживаемом по мере перехода из районов с холодным арктическим и субарктическим климатом в зону умеренного климата и далее в зону субтропиков и тропиков. В зоне тундр толщина торфяных отложений болот очень мала[8].

По мере перехода к более южным районам средние толщины торфяных залежей постепенно увеличиваются. В северных районах лесной таёжной зоны наиболее распространены глубины торфяных залежей колеблются в пределах от 3 до 4 метров. Наибольших толщин торфяные отложения достигают в центральной и южных полосах лесной зоны умеренного климата. Здесь максимальные толщины торфяных залежей нередко достигают 8–9 метров, а в отдельных случаях превышают и эту величину. Особенно большие толщины имеют болотные массивы, залегающие в крупных озерных впадинах и бессточных понижениях рельефа, характерных для области конечноморенных ледниковых образований.

При дальнейшем продвижении к югу средние мощности торфяных отложений начинают вновь уменьшаться, потому что с повышением летних и среднегодовых температур при относительно сухом климате интенсивность распада органических остатков возрастает быстрее, чем увеличение ежегодного прироста растительного материала. Вследствие этого торфонакопление становится меньше.

При высоких температурах тропического климата процессы разложения и распада тканей отмирающей массы растений протекают настолько интенсивно, что огромный прирост растительной массы обычно компенсируется количеством разлагающегося материала даже в условиях весьма влажного климата. Поэтому, за исключением отдельных районов,

обладающих местными специфическими особенностями, торфообразование в тропических странах не имеет широкого распространения.

Таким образом, при некотором определённом соотношении основных климатических факторов (температуры и влажности) и определяемой ими длительности вегетационного периода создаются оптимальные условия для накопления торфа и роста торфяных залежей. Эти оптимальные условия наблюдаются при умеренном и влажном климате, где болотообразовательный процесс достигает наибольшего развития и распространения.

2.2 Процесс развития болотных массивов

Образование и развитие болотных массивов представляют собой сложный процесс, характеризующийся ростом, отмиранием и разложением отмирающей растительности. В этом процессе водный режим играет весьма важную роль как в начальных стадиях заболачивания суши или водоёма, так и в последующем развитии уже образовавшегося болота. Изменения водного режима влекут за собой изменения условий существования растений, в связи с чем меняется видовой состав и структура болотных фитоценозов, быстрота прироста и разложения растительной массы. Как следствие этого, изменяется скорость накопления торфа – скорость роста торфяника. Всё это, в свою очередь, влияет на изменение водного режима болота: высоту стояния уровней, распределение уклонов зеркала грунтовых вод, водное питание болота и т.д.

В результате этих взаимно обусловленных процессов и имеет место развитие болота, которое внешне проявляется в следующем:

- 1) В постепенном накоплении торфа, увеличении толщины торфяной залежи и повышении поверхности болота над изначальной поверхностью почвы или изначальным уровнем водоёма (при заболачивании водоёмов);

2) В распространении болота в ширину, то есть в увеличении размеров болотного массива путём распространения заболачивания на соседние, граничащие с болотом минеральные земли или незаболоченные участки водоема;

3) В последовательной смене растительных группировок на поверхности болота и отлагаемых ими торфов;

4) В изменении гидрологических условий и водного режима болота;

5) В изменении рельефа поверхности болота и образовании особой гидрографической сети;

6) В эрозионных процессах, приводящих к образованию на болотных массивах болотных ручьев, речек и озер.

Развитие болота поэтому не следует понимать только как процесс торфонакопления, так как это только одна сторона развития болотных массивов. Развитие болота следует рассматривать как закономерное изменение всех его свойств, в том числе изменение во времени водного режима болотного массива в целом и отдельно его участков. Поэтому эрозионные процессы и процессы деградации болот, наблюдающиеся на наиболее поздних стадиях современных болотных массивов, следует рассматривать как неотъемлемую сторону процесса развития болот[8].

Изучение развития болотных массивов и изменений, происходящих в их гидрологическом режиме, основывается на анализе строения торфяных залежей болотных массивов, последовательностей напластования различных видов торфа и определении их возраста, на восстановлении по ним прошлых растительных группировок и сравнении последних с современными растительными ассоциациями болот.

Изучая последовательность напластований различных видов торфа, можно судить о тех исходных фитоценозах, которые составляли растительный покров болота в различные эпохи и на различных стадиях его развития, о последовательности в сменах растительного покрова болота, о распределении различных растительных ассоциаций по территории

болотного массива на той или другой стадии развития торфяника в прошлом, об изменениях водного режима торфяника.

В характере строения торфяных залежей болотных массивов нашли также отражение изменения климата, происходившие в послеледниковый период. В условиях более сухого и теплого климата увлажненность болот снижалась и процессы разложения растительной массы шли более интенсивно. При этом отлагался торф повышенной степени разложения, что отразилось в свите торфяных отложений многих болотных массивов наличием прослоек различной толщины хорошо разложившегося торфа.

В ряде случаев на отдельных участках массива повышенная степень разложения прослоек торфа являлась не только следствием изменений климатических условий, а определялась и различиями в водном режиме в различных частях массива. На участках с повышенной проточностью болотных вод и меньшей увлажненностью верхних горизонтов залежи, в которых протекают основные биохимические процессы торфообразования, условия для разложения растительной массы были более благоприятны, чем на участках сильно обводненных, с застойным увлажнением. На последних быстрота разложения была меньшей и отлагался слабо разложившийся торф.

3. Определение расчетной поверхности болота и характеристик структуры горизонта формирования микрорельефа. Общие положения

Горизонт формирования микрорельефа (ГФМ) – это верхняя часть деятельного слоя, где формируются элементарные формы поверхности болота: кочки, западины, гряды, мочажины, бугры, полигоны и др. На естественных болотах различным типам микроландшафтов свойственны разные формы и размеры микрорельефа. На осушенных болотах естественный микрорельеф обычно нарушен, однако при хозяйственном использовании на них появляются своеобразные формы мелкого микрорельефа[6].

Водно-физические характеристики торфяной залежи (коэффициенты фильтрации и водоотдачи, капиллярные свойства и др.) изменяются с глубиной. Причем эти характеристики в однотипных болотных микроландшафтах, даже расположенных на разных массивах, можно сравнивать между собой, если для этого выбрать идентичные плоскости отсчета. В качестве такой плоскости используют среднюю поверхность микроландшафта[8].

Важным свойством болот является параллельность средней поверхности болота и зеркала болотных вод. Это позволяет все водно-физические характеристики торфяной залежи “привязывать” к поверхности микроландшафта через уровень болотных вод.

Среднюю поверхность болота определяют методом линейной таксации. Суть метода заключается в съемке профиля вертикального сечения ГФМ, т. е. в определении высот поверхности микрорельефа болота от уровня болотных вод на линии заданной длины (линии таксации) по определенному количеству точек. Ввиду сложности измерения высоты поверхности микрорельефа болота от уровня воды в каждой точке к уровню воды “привязывают” линию нулевого отсчета, поднятую над болотом над линией таксации на высоту H . Значение H равно расстоянию от уровня воды до

линии отсчета, в качестве которой используют леску, натянутую над болотом между опорами, установленными в шурфах. Шурфы (точки привязки линии отсчета к уровню) располагают через 5 м.

По результатам статистической обработки данных таксационных измерений для участка болота определяют: 1) среднюю ординату профиля ГФМ – x 2) дифференциальную – $w(x)$ и интегральную $W(x)$ кривые распределения высот микрорельефа с параметрами S и C_v . Параметры распределения S – среднее квадратическое отклонение и C_v – коэффициент вариации характеризуют степень расчлененности поверхности болота.

Интегральную кривую распределения высот микрорельефа поверхности болота применяют при определении высот отбора монолитов торфа для изучения испарения и водно-физических свойств торфяной залежи, а также при расчете средних для микроландшафта характеристик испарения, коэффициентов фильтрации, водоотдачи и др.

Дифференциальная кривая распределения высот микрорельефа поверхности болота $w(x)$ наглядно показывает структуру микрорельефа, а при сопоставлении за разные годы – и ее изменение под влиянием различных факторов (колебания уровня воды, снежной нагрузки, вытаптывания и др.).

Величина $x_{ср}$ является средней высотой поверхности микроландшафта над нижней точкой ГФМ. Ее используют при определении отметок средней поверхности болота. По данным таксационных работ, выполненных по полной программе (по длинной линии), определяют абсолютную отметку расчетной поверхности микроландшафта РПМ. Эти работы проводят 1 раз в 4-6 лет в летний период при уровне болотных вод, близком к среднему многолетнему, с допустимым отклонением от него 5-7 см.

Следует иметь в виду, что поверхность болота в зависимости от целого ряда факторов изменяет свое высотное положение. Наблюдения за его изменениями ведут путем учащенных таксационных измерений по закрепленной короткой линии, в результате которых получают отметки средней поверхности болота СПБз. Используя эти данные, находят поправки

Δх к отметке РПМ, т. е. получают фактическую отметку на любой момент времени РПМ. К этой поверхности привязывают уровень болотных вод, а через него и водно-физические характеристики торфяной залежи[6].

3.1 Размещение на болоте, направление и длина линии таксации, и закрепление ее на местности.

Линии таксации размещают у каждой водомерной скважины или куста водомерных и гидрогеологических скважин, а также на участках болота, где ведут наблюдения за суммарным испарением, влажностью торфа в зоне аэрации, реакцией уровня болотных вод на выпавшие осадки, отбирают монолиты торфяной залежи, если эти участки по расположению на массиве (центральная часть, склон, крайка) не совпадают с участками расположения водомерных скважин [3].

Если водомерные скважины расположены друг от друга на расстоянии, меньшем половины длины линии таксации, то для них прокладывают одну общую линию.

На болотах с естественным микрорельефом линии таксации ориентируют, как правило, вдоль линий стекания болотных вод. Исключение составляют те линии, которые необходимо разместить в зоне влияния на уровень болотных вод осушительных канав (дрен). В этом случае таксационную линию прокладывают параллельно осушительной канаве вблизи водомерной скважины.

Длину линии таксации на болотах с естественным микрорельефом определяют по таблице из наставлений выпуск 8 «Гидрометеорологические наблюдения на болотах» третье издание 1990 год. в зависимости от значения среднеквадратического отклонения S , известного по ранее выполненным в данном микроландшафте таксационным исследованиям структуры ГФМ или по значению амплитуды изменения высот ГФМ A_k . Ее определяют на участке микроландшафта перед разбивкой линий таксации: на самых высоких и

самых низких элементах микрорельефа (кочках и западинах) вырезают длинным ножом 6–8 шурфов диаметром 5–8 см; после восстановления уровня воды в этих шурфах измеряют расстояние от уровня воды до поверхности болота. Из измеренных элементов выбирают самую высокую кочку и самую низкую западину. Разность высот этих точек над уровнем воды и определяет значение A_k .

При указанных в таблице значениях длины линии таксации L относительная погрешность определения x составляет 7,5-10% значения S .

При наличии естественного микрорельефа прокладывают, как правило, одну–две линии таксации. Однако если в намеченном месте линейные размеры микроландшафта в направлении уклона оказываются меньше длины линии, то на данном участке прокладывают несколько параллельных линий длиной, равной L/n , где n число линий. Аналогично поступают и тогда, когда скважина находится вблизи границы двух микроландшафтов или когда в комплексном микроландшафте на расстоянии, равном L , заметно существенное изменение соотношения составляющих комплекса, например площадей гряд и мочажин [6].

В грядово-мочажинных комплексах таксацию проводят только на грядах. При этом длину таксационной линии назначают по характеристике расчлененности микрорельефа поверхности гряд (а не комплекса). Если гряда достаточно широкая и длина линии таксации укладывается на двух-трех отрезках, то таксацию следует выполнять на одной гряде; если же гряды узкие, то таксационную линию надо размещать на нескольких, по возможности, однотипных грядах, при этом в полевой книжке номер отрезка должен соответствовать номеру, указанному на схеме размещения таксационных линий. Превышение гряд над мочажинами определяют нивелированием поверхности мочажин по 10–20 точкам. При проведении таксации значение превышения определяют как разность отметок СПБ на гряде и средней высоты мочажины в сантиметрах.

На мерзлых бугристых болотах принципы размещения и ориентации линий таксации те же, что и на талых; на полигональных болотах линию таксации размещают так, чтобы она пересекала несколько однотипных полигонов, начинаясь и заканчиваясь на середине межполигональных трещин.

На осушенных болотах, не сохранивших естественный микрорельеф, таксацию рельефа производят с помощью нивелиром по двум взаимно перпендикулярным линиям длиной 10 м. У одиночных скважин линии таксации размещают в непосредственной близости от них. При наличии останцового бугра вокруг скважины одну из линий прокладывают с разрывом на месте бугра, а вторую смещают в сторону, за его границу. Линии ориентируют в плане параллельно и перпендикулярно направлению осушительной канавы (дрены).

В створах водомерных скважин, предназначенных для характеристики кривой депрессии уровня между осушителями, одну линию прокладывают параллельно створу скважин на расстоянии 5 м. от него, а вторую – перпендикулярно ей на расстоянии $B/4$ от осушителя (B – расстояние между осушителями).

Начало и конец линии таксации на местности закрепляют вехами высотой 2–3 м с укрепленными на них табличками, где должны быть указаны номер таксационной линии, соответствующий номеру ближайшей водомерной скважины (или номерам крайних скважин створа), длина линии и год ее разбивки. Пример. Такс. 206, 1 = 95 м, 1986 г., такс. 301, 1 = 40+10 м, 1986 г. (линия таксации состоит из двух отрезков)[6].

На болотах с естественным микрорельефом по всей длине линии таксации через 5 м. необходимо пробурить или отрыть шурфы диаметром 11–16 см. и глубиной 30–35 см. для установки вертикальных опор при съемке профиля ГФМ. На бугристых и полигональных болотах для обеспечения устойчивости опор необходимо последние заглублять на 20–30 см. в мерзлый слой[2].

Для вычисления высотной отметки РПМ в месте нахождения скважины или какой-либо иной наблюдательной установки необходимо определить отметку уровня воды в этом месте во время съемки профиля. Для повышения точности следует заранее у скважины (установки) на расстоянии не более 1,5 м установить временный репер (сваю) в шурфе и нивелировкой определить его отметку и до и после съемки профиля измерить линейкой превышение уровня над головкой этого репера с погрешностью до 1 мм, а принятый для расчетов уровень округлить до 1 см. Чтобы исключить вероятность искусственного подъема уровня под влиянием тяжести наблюдателя при измерении, подход к шурфу должен быть оборудован мостиком на сваях длиной 2–3 м. Одновременно для повышения надежности определения высотной отметки РПМ измеряют уровень и в водомерной скважине над головкой болотного 1 репера.

На осушенных болотах, не имеющих естественного микрорельефа, вехами закрепляют одну из двух линий, направленную перпендикулярно осушительной канаве (дрене). Высотную привязку профиля ГФМ и уровня воды осуществляют от головки болотного репера в водомерной скважине. Поскольку высоты микрорельефа на осушенных болотах определяют нивелировкой, шурфы на таксационной линии и дополнительный временный репер (сваю) не закладывают.

По окончании подготовки линии таксации составляют схему размещения ее на данном участке болота в масштабе 1:1000 или 1:5000.

На схеме необходимо показать границы участка (микрорандшафта, сельскохозяйственного поля, карты торфодобычи), направление водомерного створа и линии таксации, расположение водомерных скважин, временных реперов в шурфах, направление осушительных канав (дрен) и линий стекания болотных вод [8].

3.2 Методика выполнения таксации

Необходимое оборудование:

- 1) Рейка;
- 2) Нивелир;
- 3) Рулетка не менее 25 м;
- 4) Леска не менее 25 м;
- 5) Вешки, 2 шт;
- 6) Лопата;
- 7) Линейка, или рейка, размером желательно не менее метра;
- 8) Блокнот, или книжка “для записи результатов исследования зоны микрорельефа методом линейной таксации”;
- 9) Нож.

В первую очередь необходимо разметить линии таксации на микроландшафте. Линии таксации необходимо размещать параллельно линиям стекания болотных вод, чтобы можно было проследить за изменением уровня болотных вод и отметкой торфяной залежи. Линии таксации должны быть длиной в среднем 20 метров, после чего на отмеченном с помощью рулетки примерном расположении линии по крайним точкам линии размещают вешки. После чего нужно произвести привязку местности по ближайшему реперу. На болоте Ламмин-Суо реперы находятся в скважинах болотных вод. Так же необходимо произвести привязку короба, который прикрывает скважину. Это необходимо для того, чтобы можно было отследить изменения положения короба в пространстве и в случае необходимости назначить ему новую отметку БС. После того, как были произведены высотные измерения по верхушкам вешек, необходимо натянуть между ними леску на одинаковом уровне. Чтобы леска не слетала, можно с помощью ножа сделать засечки, в которую будет пролезать леска, и она не меняла своего положения относительно болота. После того, как линия таксации готова, необходимо выровнять по необходимости рулетку. Каждые

пять метров начиная с нуля необходимо вырыть шурф, который будет заполняться болотными водами, это необходимо, чтобы потом по имеющимся данным можно было иметь представление об уровне болотных вод. После приготовлений необходимо начать сами измерения, которые заключаются в том, чтобы производить измерения от лески до поверхности болотного массива каждые 10 см. Такие измерения продолжаются до тех пор, пока не будет измерено 100 м [6].

4. Экспериментальные данные и их обработка. Обработка данных линий таксации

Скважина №1076, Rp 1076 = 54,99 мБС.

Дата: 26.08.2021

Таблица №4.1 – Фактические данные по линии таксации 1

Линия 1							
отрезок 1				отрезок 2			
№ промер. точек	промеры h см	№ промер. точек	промеры h см	№ промер. точек	промеры h см	№ промер. точек	промеры h см
1	70	26	68	1	60	26	58
2	70	27	68	2	62	27	60
3	66	28	67	3	65	28	62
4	68	29	65	4	64	29	61
5	69	30	64	5	63	30	63
6	68	31	66	6	61	31	65
7	66	32	65	7	56	32	66
8	62	33	63	8	51	33	66
9	64	34	62	9	52	34	63
10	65	35	63	10	51	35	62
11	65	36	64	11	50	36	62
12	66	37	63	12	50	37	64
13	68	38	66	13	52	38	65
14	67	39	68	14	52	39	63
15	64	40	68	15	54	40	60
16	63	41	66	16	55	41	62
17	66	42	66	17	55	42	65
18	68	43	59	18	53	43	64
19	69	44	57	19	50	44	63
20	69	45	56	20	53	45	62
21	69	46	55	21	58	46	62
22	69	47	56	22	59	47	63
23	68	48	56	23	59	48	62
24	69	49	57	24	58	49	61
25	69	50	59	25	58	50	63

$$\sum h = 6212 \text{ см.}$$

Таблица №4.2 – Фактические данные по уровням болотных вод по линии таксации 1

	Болотные воды				
l, м	0	5	10	15	20
h, см	72	70	68	67	68

$h_{cp} = 69$ см.

$$z_{cp} = \frac{\sum_{общ.}}{n} = \frac{6212}{100} = 62 \text{ см. (1)}$$

$$h_{бол} = Rp + h_{Rp} - h_{кор} - h_{веш} - h_{10} \text{ (2)}$$

h_{Rp} – значение от репера по рейке (1930)

$h_{кор}$ – значение от короба по рейке (0635)

$h_{веш}$ – значение по рейке от вешки

h_{10} – -10 см. от вешки с минимальным значением

$$h_{бол.вод} = Rp + h_{Rp} - h_{кор} - h_{веш} - h_{10} - h_{вод} \text{ (3)}$$

$h_{вод}$ – значение средней поверхности болотных вод.

Отметка поверхности болота равна 54,87 м.

Отметка поверхности болотных вод 54,8 м.

Скважина №1076, Rp 1076 = 54,99 мБС.

Дата: 26.08.2021

Таблица №4.3 – Фактические данные по линии таксации 1

Линия 1							
отрезок 3				отрезок 4			
№ промер. точек	промеры h см	№ промер. точек	промеры h см	№ промер. точек	промеры h см	№ промер. точек	промеры h см
1	67	26	59	1	46	26	57
2	66	27	59	2	46	27	45
3	61	28	56	3	49	28	43
4	61	29	59	4	46	29	44
5	61	30	60	5	43	30	44
6	60	31	62	6	46	31	46
7	60	32	60	7	47	32	46
8	61	33	60	8	45	33	46
9	62	34	60	9	46	34	46
10	61	35	61	10	46	35	46
11	62	36	61	11	46	36	47
12	61	37	61	12	47	37	48
13	61	38	63	13	48	38	47
14	58	39	63	14	49	39	48
15	55	40	63	15	47	40	48
16	55	41	62	16	47	41	46
17	53	42	62	17	48	42	47
18	51	43	59	18	48	43	47
19	52	44	55	19	48	44	48
20	53	45	63	20	50	45	46

Линия 1							
отрезок 3				отрезок 4			
№ промер. точек	промеры h см	№ промер. точек	промеры h см	№ промер. точек	промеры h см	№ промер. точек	промеры h см
21	55	46	55	21	48	46	46
22	57	47	55	22	49	47	44
23	55	48	52	23	49	48	40
24	56	49	47	24	48	49	38
25	59	50	47	25	47	50	35

$\sum h = 5244$ см.

$$z_{cp} = \frac{\sum h}{n} = \frac{5244}{100} = 52 \text{ см. (4)}$$

Отметка поверхности болота равна 54,97 м.

Отметка поверхности болотных вод 54,80 м.

Скважина №1076, Rp 1076 = 54,99 мБС.

Дата: 26.08.2021

Таблица №4.4 – Фактические данные по линии таксации 2

Линия 2							
отрезок 1				отрезок 2			
№ промер. точек	промеры h см	№ промер. точек	промеры h см	№ промер. точек	промеры h см	№ промер. точек	промеры h см
1	55	26	58	1	48	26	46
2	56	27	56	2	46	27	45
3	55	28	55	3	46	28	46
4	55	29	55	4	45	29	47
5	57	30	57	5	45	30	48
6	56	31	58	6	44	31	48
7	56	32	57	7	44	32	43
8	56	33	54	8	47	33	47
9	54	34	53	9	48	34	45
10	54	35	53	10	47	35	45
11	53	36	54	11	46	36	48
12	54	37	56	12	47	37	45
13	53	38	55	13	49	38	44
14	54	39	53	14	52	39	42
15	53	40	52	15	52	40	41
16	53	41	49	16	51	41	48
17	53	42	51	17	49	42	37
18	55	43	50	18	50	43	35
19	55	44	50	19	50	44	39

Линия 2							
отрезок 1				отрезок 2			
№ промер. точек	промеры h см	№ промер. точек	промеры h см	№ промер. точек	промеры h см	№ промер. точек	промеры h см
20	56	45	50	20	48	45	42
21	56	46	49	21	47	46	45
22	55	47	49	22	45	47	39
23	55	48	50	23	46	48	42
24	55	49	51	24	45	49	41
25	56	50	48	25	45	50	40

$\sum h = 4963$ см.

$$z_{\text{ср}} = \frac{\sum h}{n} = \frac{4963}{100} = 50 \text{ см. (5)}$$

Таблица №4.5 – Фактические данные по уровням болотных вод по линии таксации 2

	Болотные воды				
l, м	0	5	10	15	20
h, см	60	58	56	55	54

$h_{\text{ср}} = 57$ см.

Отметка поверхности болота равна 54,99 м.

Отметка поверхности болотных вод 54,92 м.

Скважина №1076, Rp 1076 = 54,99 мБС.

Дата: 26.08.2021

Таблица №4.6 – Фактические данные по линии таксации 2

Линия 2							
отрезок 3				отрезок 4			
№ промер. точек	промеры h см	№ промер. точек	промеры h см	№ промер. точек	промеры h см	№ промер. точек	промеры h см
1	40	26	46	1	44	26	43
2	43	27	48	2	41	27	41
3	44	28	50	3	43	28	37
4	44	29	48	4	46	29	35
5	46	30	46	5	44	30	34
6	53	31	49	6	47	31	44
7	52	32	49	7	47	32	48
8	50	33	51	8	45	33	49
9	52	34	51	9	45	34	48
10	52	35	49	10	45	35	47

Линия 2							
отрезок 3				отрезок 4			
№ промер. точек	промеры h см	№ промер. точек	промеры h см	№ промер. точек	промеры h см	№ промер. точек	промеры h см
11	50	36	50	11	48	36	45
12	48	37	50	12	48	37	44
13	48	38	49	13	48	38	44
14	50	39	46	14	48	39	46
15	50	40	45	15	47	40	44
16	52	41	42	16	47	41	41
17	51	42	41	17	46	42	43
18	52	43	43	18	45	43	43
19	52	44	43	19	46	44	43
20	51	45	42	20	45	45	42
21	51	46	42	21	47	46	46
22	52	47	40	22	44	47	50
23	50	48	40	23	44	48	53
24	48	49	41	24	44	49	56
25	46	50	43	25	43	50	58

$$\sum h = 4632 \text{ см.}$$

$$z_{cp} = \frac{\sum h}{n} = \frac{4632}{100} = 46 \text{ см. (6)}$$

Отметка поверхности болота равна 55,03 м.

Отметка поверхности болотных вод 54,92 м.

Скважина №1076, Rp 1076 = 54,99 мБС.

Дата: 26.08.2021

Таблица №4.7 – Фактические данные по уровням болотных вод по линии таксации 3

Линия 3							
отрезок 1				отрезок 2			
№ промер. точек	промеры h см	№ промер. точек	промеры h см	№ промер. точек	промеры h см	№ промер. точек	промеры h см
1	52	26	34	1	59	26	52
2	47	27	36	2	58	27	53
3	46	28	39	3	58	28	52
4	47	29	39	4	59	29	52
5	49	30	42	5	59	30	54
6	50	31	46	6	59	31	50
7	51	32	49	7	59	32	50
8	45	33	50	8	57	33	52
9	48	34	51	9	59	34	54

Линия 3							
отрезок 1				отрезок 2			
№ промер. точек	промеры h см	№ промер. точек	промеры h см	№ промер. точек	промеры h см	№ промер. точек	промеры h см
10	51	35	50	10	55	35	55
11	49	36	50	11	56	36	56
12	43	37	47	12	54	37	50
13	40	38	50	13	54	38	49
14	35	39	46	14	54	39	52
15	27	40	49	15	54	40	54
16	30	41	50	16	50	41	52
17	30	42	51	17	49	42	52
18	34	43	53	18	45	43	51
19	34	44	56	19	47	44	49
20	35	45	56	20	48	45	49
21	34	46	57	21	47	46	53
22	33	47	59	22	47	47	56
23	36	48	60	23	49	48	54
24	34	49	60	24	52	49	55
25	35	50	58	25	50	50	56

$\sum h = 4903$ см.

$$z_{cp} = \frac{\sum h}{n} = \frac{4903}{100} = 49 \text{ см. (7)}$$

Таблица №4.8 – Фактические данные по уровням болотных вод по линии таксации 3

	Болотные воды				
l, м	0	5	10	15	20
h, см	65	62	60	59	59

$h_{cp} = 61$ см.

Отметка поверхности болота равна 55,00 м.

Отметка поверхности болотных вод 54,88 м.

Скважина №1076, Rp 1076 = 54,99 мБС.

Дата: 26.08.2021

Таблица №4.9 – Фактические данные по уровням болотных вод по линии таксации 3

Линия 3							
отрезок 3				отрезок 4			
№ промер. точек	промеры h см	№ промер. точек	промеры h см	№ промер. точек	промеры h см	№ промер. точек	промеры h см
1	55	26	50	1	50	26	52
2	55	27	51	2	50	27	51
3	57	28	53	3	54	28	50
4	57	29	50	4	54	29	50
5	56	30	50	5	52	30	50
6	55	31	53	6	52	31	50
7	54	32	56	7	54	32	48
8	49	33	53	8	55	33	48
9	44	34	53	9	51	34	50
10	46	35	53	10	49	35	47
11	52	36	55	11	49	36	47
12	50	37	56	12	49	37	46
13	50	38	55	13	50	38	47
14	50	39	52	14	48	39	48
15	49	40	53	15	44	40	46
16	48	41	51	16	46	41	53
17	51	42	52	17	47	42	53
18	49	43	50	18	52	43	52
19	52	44	50	19	54	44	53
20	51	45	52	20	51	45	54
21	50	46	52	21	49	46	53
22	51	47	51	22	52	47	55
23	52	48	50	23	53	48	56
24	52	49	52	24	53	49	55
25	51	50	51	25	51	50	54

$$\sum h = 5127 \text{ см.}$$

$$z_{\text{cp}} = \frac{\sum h}{n} = \frac{5127}{100} = 51 \text{ см. (8)}$$

Отметка поверхности болота равна 54,98 м.

Отметка поверхности болотных вод 54,88 м.

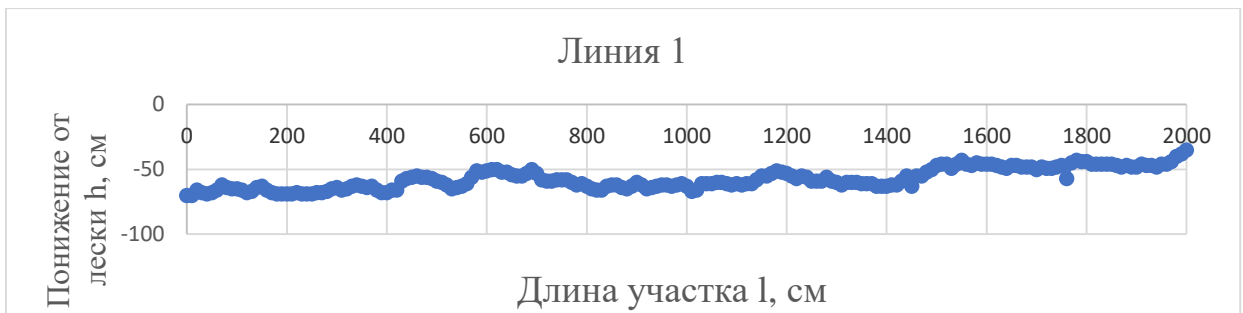


Рисунок 4.1 – расстояние от натянутой лески до поверхности болота на первой линии таксации скважины 1076.

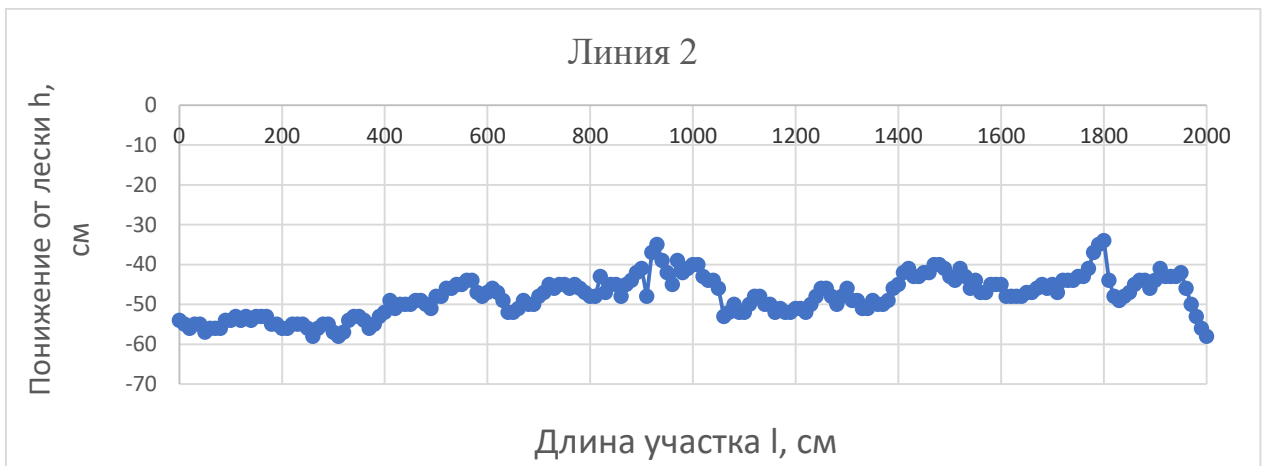


Рисунок 4.2 – расстояние от натянутой лески до поверхности болота на второй линии таксации скважины 1076.



Рисунок 4.3 – расстояние от натянутой лески до поверхности болота на третьей линии таксации скважины 1076.

4.1. Сравнение полученных данных и данных прошлых лет

Старая отметка (1983) Rp 54,37 мБС

Новая отметка (2021) Rp 54,99 мБС

Таблица 4.10 – Гидрометеорологические данные по скважине 1076 и окружающему её микроландшафту.

Дата	Глубина уровня болотных вод относительно СПб, см	Отметка средней поверхности болота у скв. 1076, м БС	Месячные осадки, мм	Отметка средней поверхности болота с учётом изменения отметки репера у скв. 1076, м БС
10.06.1983	-23	54.358	54.5	54.978
10.07.1983	-34	54.346	26.4	54.966
10.08.1983	-49	54.326	84.1	54.946
10.09.1983	-29	54.339	143.1	54.959
10.10.1983	-16	54.361	215	54.981
10.06.1984	-30	54.335	71.1	54.955
10.07.1984	-25	54.337	134.4	54.957
10.08.1984	-26	54.339	91.3	54.959
10.09.1984	-16	54.353	167.7	54.973
10.10.1984	-12	54.357	168.3	54.977
10.06.1985	-22	54.339	49.8	54.959
10.07.1985	-30	54.329	88.6	54.949
10.08.1985	-20	54.348	101.2	54.968
10.09.1985	-18	54.348	118.8	54.968
10.10.1985	-16	54.349	83	54.969
10.06.1986	-23	54.334	42.6	54.954
10.07.1986	-16	54.327	126.6	54.947
10.08.1986	-22	54.33	152.9	54.95
10.09.1986	-12	54.347	201.4	54.967
10.10.1986	-15	54.345	49.2	54.965
11.06.1988	-14	54.413	48.7	55.033
09.07.1988	-25	54.412	114.7	55.032
14.08.1988	-15	54.422	177.3	55.042
13.09.1988	-16	54.412	155.6	55.032
08.10.1988	-12	54.404	92.5	55.024
22.05.1989	-22	54.388	24.2	55.008
06.06.1989	-27	54.38	55.1	55.000
06.07.1989	-29	54.377	163.1	54.997
08.08.1989	-15	54.401	109.4	55.021
08.09.1989	-16	54.396	41.6	55.016
04.10.1989	-17	54.401	116.4	55.021
19.04.1990	-15	54.402	22.2	55.022
07.05.1990	-25	54.4	91.9	55.020
06.06.1990	-18	54.395	50.2	55.015

05.07.1990	-26	54.401	140.7	55.021
06.08.1990	-20	54.401	42	55.021
07.09.1990	-21	54.394	44.6	55.014
09.10.1990	-15	54.423	57.4	55.043
30.08.2021	-10	54.383	61.2	55.003

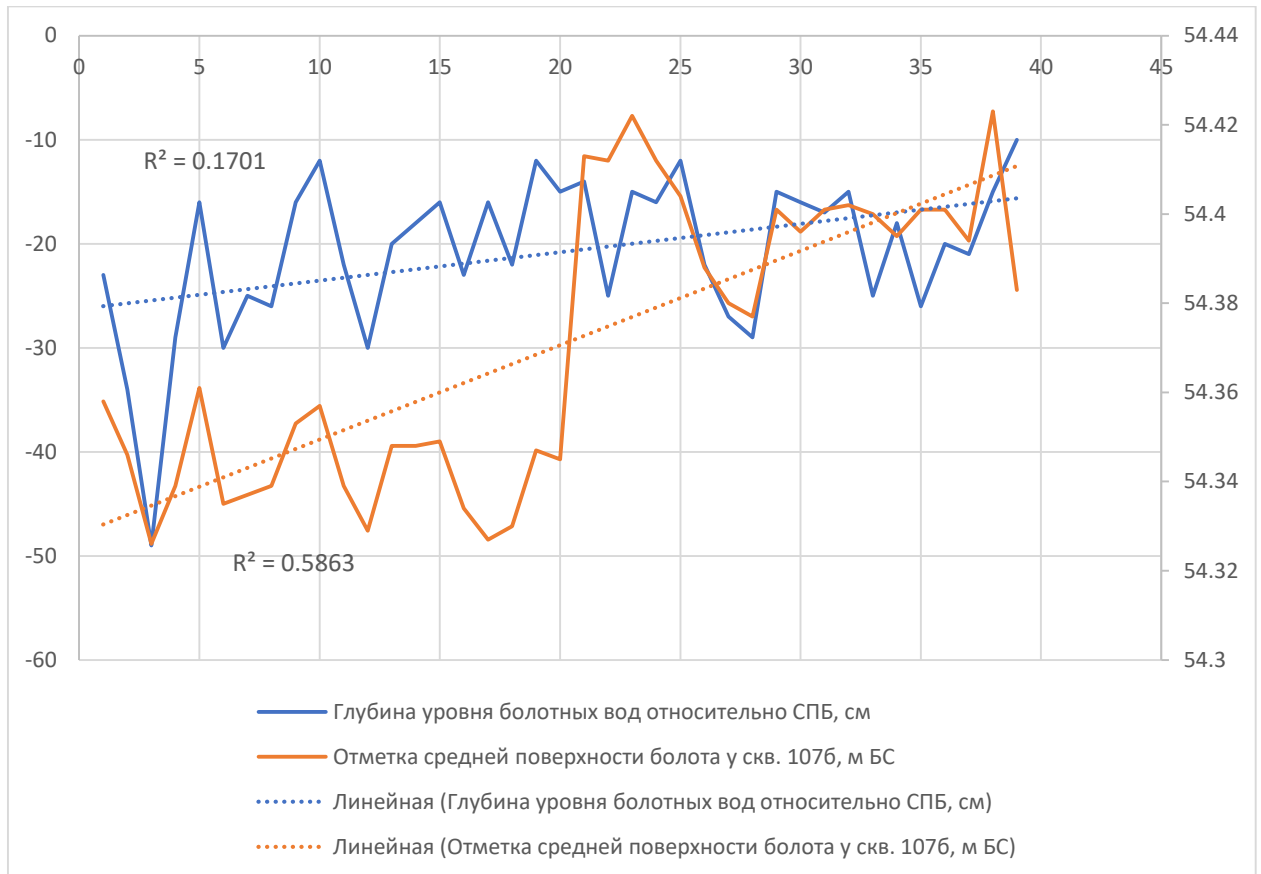


Рисунок 4.4 – График отметок средней поверхности болота и уровней болотных вод.

На данном графике наблюдается общий тренд на повышение, однако значение тренда отметки болотной поверхности в несколько раз выше, что может сказать о том, что кроме наполнения болота водой также может происходить нарастание торфяной залежи. Так же необходимо дополнительное изучение, так как значительный рост торфяной залежи в таких пределах маловероятен. Резкий перегиб в 1988 году может быть связан с изменением высотной отметки репера, но это не было отмечено и измерения продолжались от прошлой отметки, но данные изменения отметки репера не коснулись уровня болотных вод, или коснулись не так сильно, так как нет такой точки перегиба, но если условно принять, что данные

изменения одинаково коснулись обеих характеристик, то изменения на тренд произошли в одинаковой мере. Пиковые значения синхронны друг другу, что может говорить о прямой зависимости данных характеристик.

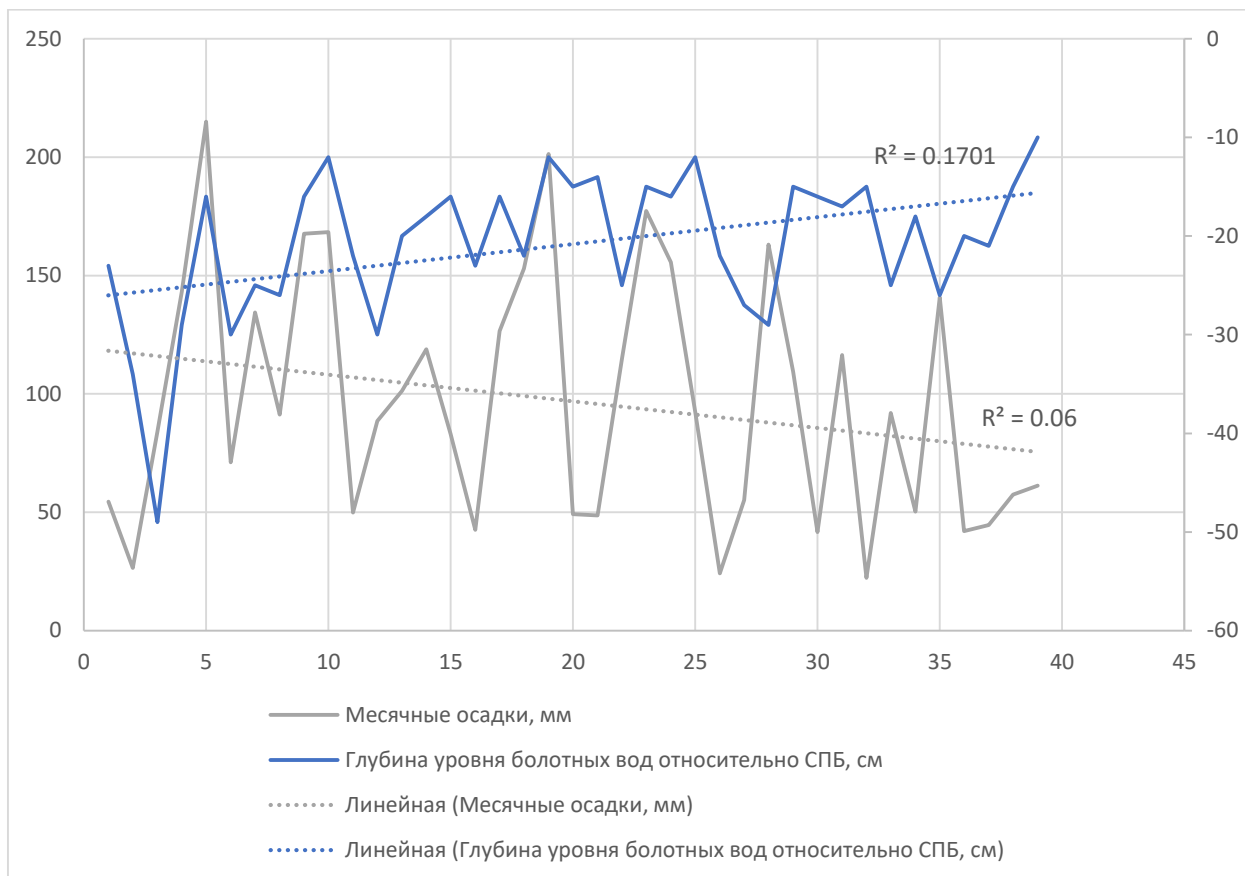


Рисунок 4.5 – График значений месячных осадков и глубины уровней болотных вод

На данном графике наблюдается тренд на уменьшение осадков и так же приближение уровня болотных вод к отметке нуля. Общая картина заставляет предположить, что болотный массив берёт дополнительный источник водного питания, так как не смотря на уменьшение осадков, уровни болотных вод продолжают увеличиваться, тренд уровня болотных вод чуть более ярко выражен. Пиковые значения синхронны друг другу, что может говорить о прямой зависимости данных характеристик.

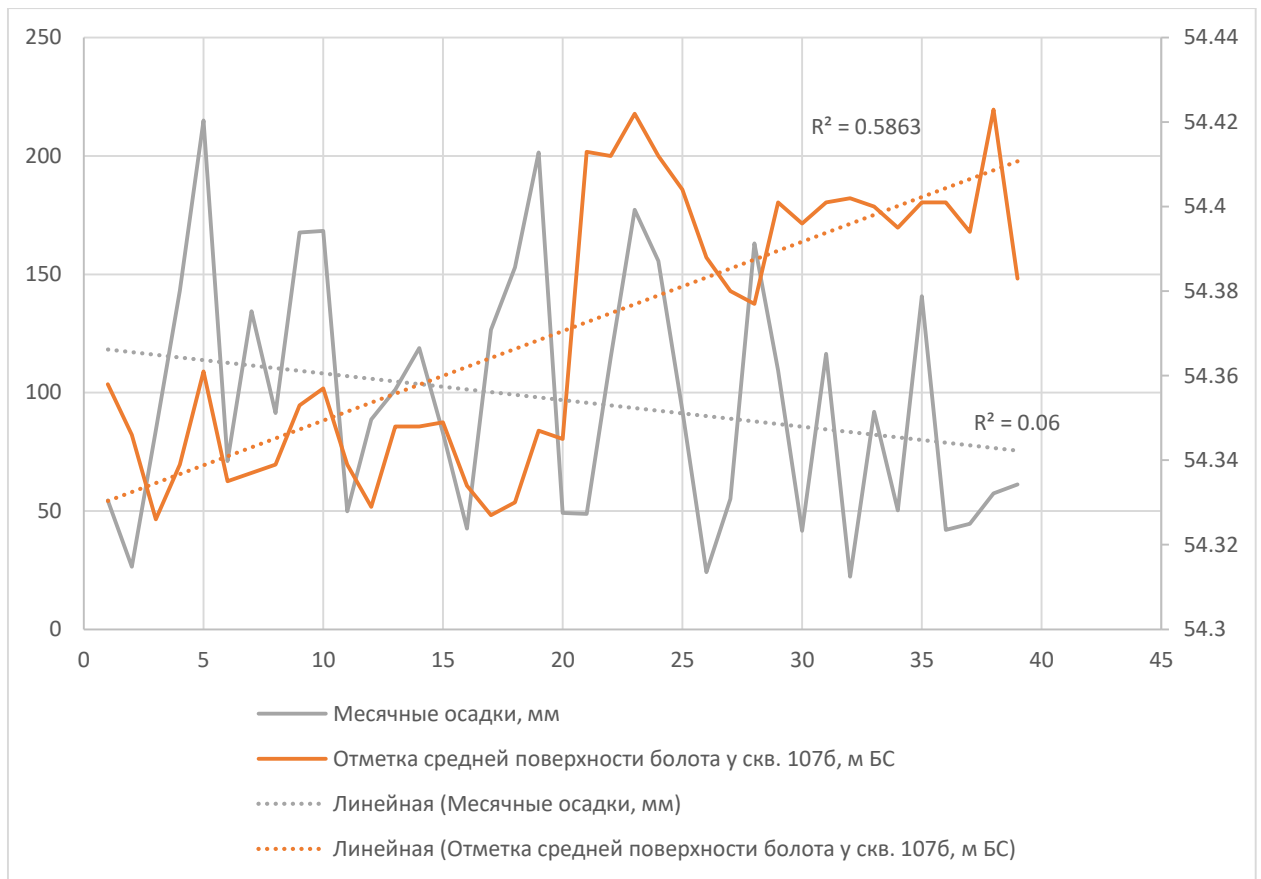


Рисунок 4.6 – график отметок средней поверхности болота и месячных осадков

Пиковые значения синхронны друг другу, за исключением некоторых дат, что может говорить о прямой зависимости данных характеристик, на которые влияют другие факторы.

Заключение

Болотный массив Ламмин-Суо является олиготрофным болотом с несколькими действующими ручьями и оставшимися озёрами. Данный болотный массив является уникальным, так как на нём расположена постоянно действующая станция наблюдения за метеорологическими и гидрологическими характеристиками. Так же данные болотный массив является экологической тропой и привлекает к себе много посетителей.

Процесс торфанакопления необходимо рассматривать по нескольким причинам: торф является топливом и зная скорость торфонакопления, можно производить выработку торфа минимизировав ущерб который может быть причинён болотному массиву; торф имеет высокую влагоёмкость и зная общий объём торфа, можно производить прогнозы влияния болота на ближайшие водные объекты, такие как реки и озёра.

Развитие болотных массивов представляет собой в данный момент слабопрогнозируемый процесс, для которого крайне необходимо найти закономерности, которые так или иначе влияют на него, так как причины описанные выше являются вескими, чтобы данной тематикой нужно было заняться всерьёз.

Методика определения расчётной поверхности болота была разработана в пятидесятые годы в СССР и тех пор не подвергалась никаким изменениям, даже использование современных электронных приборов никак не изменит ситуацию, так как расчёт производится от лески, а использование современных теодолитов/нивелиров/тахеометров не изменит ситуацию и может помочь исключительно для привязки к местности. GNSS оборудование так же не поможет, так как вес оборудования не позволит каждый раз держать его аккуратно над головками мха.

Обработка линий таксации представляет из себя общий пересчёт всех полученных значений поверхности болотного массива на конкретном микроландшафте и уровни болотных вод. В дальнейшем данные значения

обрабатываются и вводятся рассчитываемые поправки. Данные поправки используют, чтобы по измеряемым ежегодно коротким линиям таксации можно было применить рассчитанные значения поправки и узнать предположительное изменение высотных отметок на таких же микроландшафтах, но на которых не производятся регулярные наблюдения.

Мною был проведён анализ графиков по значениям высотных отметок\уровням болотных вод\осадков за период 1983-1990 и 2021 года. Из-за особенностей болотных массивов, а именно – непостоянности значений реперов, некоторые значения могут являться бракованными, но несмотря на это, можно увидеть общие тенденции данного микрорельефа болотного массива к росту, которые может быть связано с общей тенденцией роста уровней болотных вод. из-за этого нельзя точно определить, чем обусловлен рост высотных отметок болотного массива. Так же необходимы дополнительные работы по анализу других связей, в особенности уровней болотных вод от уровней грунтовых вод, так как не смотря на то, что количество осадков с каждым годом падает, уровни болотных вод продолжают расти.

В данной работе рассмотрена теория о изменении высотных отметок болотного массива, методика проведения линейной таксации, обработка данных за август 2021 года и хронологический анализ данных прошлых лет с новыми данными. В данном случае изменения незначительны, но можно наблюдать общий тренд на повышение болотного массива на данном микроландшафте, но принимая во внимание, что данный болотный массив занимает малую площадь и изменения на более крупных массивах могут привести к более продолжительной и уменьшенной межени и половодью, а также уменьшению пиковых значений паводков и более длительной продолжительности. В общем болото выполняет функцию естественного зарегулирования.

Список используемой литературы

1. Иванов К. Е. Водообмен в болотных ландшафтах. Л.: Гидрометеиздат, 1975.
2. Иванов К. Е. Гидрология болот. Л.: Гидрометеиздат, 1953.
3. Инишева Л. И. Болотоведение: учебник для вузов /Л.И. Инишева; ГОУ ВПО “Том. Гос. Пед. Университет”. – Томск: Издательство Томского государственного педагогического университета, 2009.
4. Материалы наблюдений болотных станций за 1975 г. Л., 1976.
5. Материалы наблюдений болотных станций и постов за 1990 г. Л., 1991.
6. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Гидрометеорологические наблюдения на болотах. Л.: Гидрометеиздат, 1990. Вып. 8.
7. Новиков С. М., Батуев В. И. Гидрометеорологический режим и водный баланс верховых болот Северо-Запада России (на примере болота Ламмин-Суо) / Под ред. – СПб.: Свое издательство, 2019.
8. Романов В. В. Гидрофизика болот. Л.: Гидрометеиздат, 1961.