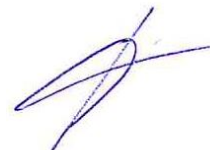


Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Государственный гидрологический институт»

*На правах рукописи*



**Скороспехова Татьяна Викторовна**

**Пространственно-временная динамика гидрологических  
характеристик олиготрофных болот с учетом изменения  
климата**

Специальность: 1.6.16 – Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия

Диссертация на соискание учёной степени  
кандидата географических наук

Научный руководитель:  
кандидат географических наук  
Марков Михаил Леонидович

Санкт-Петербург – 2026

## Оглавление

<b>Введение .....</b>	<b>5</b>
<b>Глава 1 Обзор исследований в области гидрологии олиготрофных болот .....</b>	<b>10</b>
1.1 Гидрологический подход к изучению болот .....	10
1.1.1 Типизация болот .....	11
1.1.2 Распространение олиготрофных болот .....	12
1.1.3 Основные гидрологические характеристики олиготрофных болот .....	13
1.2 Исследования в области гидрологии болот .....	15
1.2.1 Выявление закономерностей распределения болот по различным физико-географическим зонам .....	15
1.2.2 Использование аэрофотосъемки и спутниковых снимков .....	17
1.2.3 Определение характеристик торфяной залежи .....	19
1.2.4 Взаимодействие болотных и грунтовых вод .....	21
1.2.5 Определение элементов водного баланса .....	25
1.2.6 Испарение с олиготрофных болот .....	27
1.2.7 Влияние олиготрофных болот на речной сток .....	29
1.2.8 Исследования взаимосвязей водного и биохимического режимов .....	31
1.2.9 Роль олиготрофных болот в цикле углерода .....	32
1.3 Многолетние наблюдения на болотах России .....	32
1.3.1 Специализированная сеть болотных станций и постов .....	34
1.3.2 Стационары Западно-Сибирской экспедиции ГГИ .....	34
1.3.3 Болотные стационары .....	35
1.3.4 Карбоновые полигоны .....	36
1.3.5 Заповедники и природные парки .....	37
<b>Глава 2 Особенности многолетней динамики гидроклиматических характеристик болот .....</b>	<b>38</b>
2.1 Объекты исследования .....	38
2.1.1 Болото Иласское .....	39
2.1.2 Болото Ларьянское .....	40
2.1.3 Болото Ламмин-Суо .....	41
2.2 Климатические характеристики районов расположения болот .....	44
2.2.1 Определение границ климатических периодов по температуре воздуха .....	45
2.2.2 Температура воздуха .....	47
2.2.3 Атмосферные осадки .....	49
2.2.4 Испарение .....	53

2.2.5 Снегонакопление и снеготаяние .....	57
2.2.6 Промерзание торфяной залежи .....	67
2.3 Характеристики водного режима болот .....	69
2.3.1 Грунтовые воды .....	69
2.3.2 Болотные воды .....	73
2.3.3 Сток с болот .....	85
<b>Глава 3 Водный баланс верховых болот .....</b>	<b>93</b>
3.1 Уравнение водного баланса верховых болот .....	93
3.2 Водный баланс болота Ламмин-Суо .....	96
3.2.1 Возможные причины роста недоучета стока с болота .....	100
3.2.2 Особенности определения испарения с болота Ламмин-Суо .....	102
3.3 Водный баланс болота Иласское .....	104
3.3.1 Особенности определения испарения с болота Иласское .....	108
<b>Глава 4 Взаимосвязь уровня болотных вод и растительности (по данным наблюдений на болотной станции Ламмин-Суо) .....</b>	<b>114</b>
4.1 Динамика болотных микроландшафтов .....	114
4.1.1 Болотные микроландшафты .....	114
4.1.2 Микроландшафты болота Ламмин-Суо .....	116
4.2 Взаимосвязь микроландшафтов и уровней болотных вод .....	118
4.3 Динамика изменений водного режима и болотных микроландшафтов .....	124
4.3.1 Болото Ламмин-Суо .....	124
4.3.2 Болото Ларьянское .....	129
4.3.3 Несвинское болото (Полистово-Ловатский болотный массив) .....	133
<b>Глава 5 Изменения водного режима болот под влиянием хозяйственной деятельности (на примере болота Кадер) .....</b>	<b>139</b>
5.1 Характеристика болота Кадер .....	139
5.2 Газопровод «Северный поток – 2» как источник воздействия на водный режим болота .....	141
5.3 Мониторинг водного режима .....	147
5.3.1 Метеорологические условия на болоте Кадер (в период мониторинга водного режима) .....	147
5.3.2 Мониторинг болотных вод .....	150
5.4 Оценка изменений водного режима под влиянием строительства .....	153
<b>Заключение .....</b>	<b>166</b>
<b>Список использованной литературы .....</b>	<b>169</b>

<b>ПРИЛОЖЕНИЕ А .....</b>	<b>180</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Б .....</b>	<b>188</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ В .....</b>	<b>277</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Г .....</b>	<b>284</b>

## Введение

**Актуальность темы исследования.** Площадь водно-болотных угодий в мире составляет около 5,7 млн. км<sup>2</sup>, что эквивалентно 6% поверхности суши Земли [<https://www.ramsar.org/>]. По данным [Вомперский, 1994; 1999], заболоченные территории России занимают 21,6% площади (3.69 млн км<sup>2</sup>), включая: болота с торфяным слоем >30 см – 8,1% (1,39 млн км<sup>2</sup>) и болота с торфяным слоем >50 см – 5,7% (975 тыс. км<sup>2</sup>). Олиготрофные (верховые) болота широко распространены в Западной Сибири, на европейской территории России они занимают до 90% от общей площади болот.

Олиготрофные болота играют существенную роль в гидрологическом цикле, являясь важной составляющей водного баланса водосборов, накапливают пресную воду (до 10% мировых запасов [Joosten et al., 2017]) и влияют на климат за счет депонирования углерода [Yu Z. et al., 2011]. В условиях современных климатических изменений болота подвергаются существенному воздействию [Limpens et al., 2008]. Рост температуры воздуха, изменение режима атмосферных осадков, участившиеся зимние оттепели приводят к нарушению гидрологических процессов верховых болот [Holden, 2006; Evans et al., 1999].

Болота вовлечены в хозяйственную деятельность, на них разрабатываются нефтяные и газовые месторождения, через них прокладываются дороги и другие линейные сооружения. Проектирование и эксплуатация объектов строительства на болотах требует учета их специфического водного режима.

Благодаря своей ключевой роли в природных процессах и хозяйственной жизни человека, болота являются объектом междисциплинарного изучения уже свыше ста лет. Полученные знания легли в основу различных нормативно-методических документов по рациональному использованию, охране болот, обоснованию строительства на них инженерных объектов, управлению водным режимом при осушении под сельхозугодья, добыче торфа, лесоразведению и т.д.

В области исследования гидрологии болот значительная доля накопленной информации приходится на 1930–1980-е годы. Этот период характеризуется относительно замедленными темпами изменения природной среды, когда процессы развития олиготрофных болот и их водного режима протекали постепенно и их учет не являлся критически важным для большинства практических задач. Современные данные гидрологических и ландшафтных исследований свидетельствуют об активной трансформации болотных систем под влиянием климатических изменений, что проявляется в перестройке их гидрологического режима и изменении границ распространения болотных микроландшафтов. Пренебрежение этим обстоятельством может снизить точность оценок

гидрологических характеристик болот при применении стандартных регламентов, рассчитанных на стационарные условия. В связи с этим особую актуальность приобретает получение новых знаний о современных гидрологических процессах на олиготрофных болотах.

Целью исследования является выявление пространственно-временных изменений гидрологических характеристик на олиготрофных болотах Северо-Запада РФ в условиях изменения климата и антропогенного воздействия. Результаты работы позволят оценить последствия климатических и антропогенных воздействий на водный режим верховых болот.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Подготовка базы данных многолетних гидрометеорологических наблюдений по четырем болотам с естественным (Иласское, Ларьянское, Ламмин-Суо) и нарушенным режимом (Кадер), включая температуру воздуха, атмосферные осадки, уровни болотных и грунтовых вод, испарение, сток.

2. Анализ и оценка происходящих многолетних и внутригодовых изменений:

– метеорологических факторов: температуры воздуха, атмосферных осадков и испарения;

– элементов водного режима: уровней болотных вод, стока воды с болот.

3 Оценка динамики болотных микроландшафтов естественных болот в условиях изменения климата:

– комплексный анализ изменений уровней болотных вод и микроландшафтов на разных участках болот;

– определение характерных уровней болотных вод для различных болотных микроландшафтов.

4 Оценка изменений естественного водного режима болот при строительстве линейных сооружений (на примере строительства газопровода «Северный поток-2» на болоте Кадер).

**Объект и предмет исследования.** Объекты исследования – верховые болота Северо-Запада России. Предмет исследования – водный режим верховых болот и болотные микроландшафты.

**Методы исследования.** В работе применены методы статистического анализа гидрооклиматических рядов (методы поиска точки перелома), водного баланса, пространственного анализа ландшафтных характеристик болот с использованием геоинформационных технологий.

**Научная новизна.** Впервые детально изучена динамика ключевых показателей водного режима верховых болот в условиях меняющегося климата.

Установлена пространственная неоднородность в реакции болотных микроландшафтов на климатические изменения. Уточнены типичные уровни воды для каждого типа болотных участков, что позволяет лучше понять их реакцию на происходящие изменения.

На примере болота Кадер, где проходило строительство газопровода «Северный поток-2», установлено, что влияние линейных сооружений на естественный водный режим болот зависит от состояния торфяной залежи и грунтов, и это влияние усиливается в годы с высокой водностью.

**Практическая значимость работы.** Результаты исследования позволили выявить особенности водного режима олиготрофных болот, включая уровни и сток болотных вод, в современных климатических условиях. Выявленные закономерности позволяют актуализировать подходы к планированию мероприятий по рациональному использованию и охране болотных систем, включая управление водными ресурсами и сохранение их гидрологической функции.

Полученные результаты могут быть использованы для развития математических моделей, применяемых в расчётах и прогнозах стока с олиготрофных болот, а также при применении метода гидрологического дешифрирования по спутниковым и аэрофотоснимкам неизученных болот для расчёта их гидрологических характеристик. Понимание современных изменений водного режима олиготрофных болот необходимо для прогнозирования роли болот в углеродном балансе.

Выполненная оценка влияния строительства газопроводной системы на водный режим олиготрофного болота выявила необходимость разработки дополнительных мероприятий для восстановления и сохранения естественного водного режима болот.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Основными причинами изменений водного режима верховых болот Северо-Запада РФ в современных климатических условиях являются повышение температуры воздуха, особенно в зимний период; сокращение глубины промерзания деятельного слоя торфяной залежи, внутригодовое перераспределение атмосферных осадков. В условиях изменения внешних факторов водный режим олиготрофных болот регулируется изменением руслового и фильтрационного стока болотных вод.

2. Изменения стока с болота на различных участках сопровождаются разнонаправленным изменением уровня режима болотных вод. Это приводит к соответствующей смене болотных микроландшафтов. При смене микроландшафтов

определяющими являются средние минимальные значения уровней болотных вод, повторяющиеся в течение нескольких (5–10) лет.

3. Степень влияния линейных сооружений на естественный водный режим верховых болот зависит от нарушенности естественной структуры торфяной залежи и подстилающих грунтов в районе газопровода, оказывающей влияние на процессы горизонтальной и вертикальной фильтрации болотных вод. При этом влияние строительных сооружений проявляется в большей степени в годы с высокой водностью.

**Обоснованность и достоверность результатов** подтверждается использованием большого объема гидрометеорологической информации со специализированной сети Росгидромета и полевых исследований ФГБУ «ГГИ» на болоте Кадер (газопровод Северный поток-2), а также апробацией результатов работы на научных конференциях.

**Личный вклад автора.** Формулировка задач и обоснование подходов к исследованию происходящих изменений в гидрологическом режиме болот. Сбор и обработка гидрологических и метеорологических данных, анализ многолетних изменений гидроклиматических характеристик, выполнение полевых работ на болотах Ленинградской области, участие в организации и проведении многолетнего мониторинга водного режима болота Кадер в районе строительства газопроводной системы «Северный поток-2».

**Апробация работы.** Основные положения и результаты диссертации были представлены на следующих конференциях, симпозиумах и съездах:

Всероссийская научная конференция с международным участием «XII Галкинские Чтения – Типы болот регионов России», Россия, Санкт-Петербург, 3 февраля 2023 г. – устный доклад;

Международный симпозиум «Болота Северной Евразии: биосферные функции, разнообразие и управление», Россия, Петрозаводск, 25-28 сентября 2023 г. – устный доклад;

Седьмой международный полевой симпозиум «Западно-Сибирские торфяники и цикл углерода: прошлое и настоящее», Россия, Ханты-Мансийск, Белоярский 15 – 27 августа 2024 г. – устный доклад;

VIII Всероссийский объединенный метеорологический и гидрологический съезд, Санкт Петербург, 29-31 октября 2024 г. – устный и постерный доклад;

Международная научно-практическая конференция VI Виноградовские чтения «Гидрология нового поколения», Санкт-Петербург, 13-19 октября 2025 г. – устный доклад;

Ученые советы ФГБУ «ГГИ» (2020–2026 гг.).

**Публикации и базы данных.** По теме исследования опубликовано 10 работ, отражающих основные положения исследования, в том числе 5 статей в журналах,

рекомендованных ВАК Минобрнауки России и международной системой цитирования Web of Science:

Скороспехова Т.В., Журавлева А.Д. Трансформация водного режима верховых болот в условиях изменения климата на примере Северо-Западного региона // Гидросфера. Опасные процессы и явления. Том 6. Вып. 2. 2025. – С. 281-295. DOI: 10.34753/HS.2024.6.3.281.

Скороспехова Т. В., Журавлева А. Д., Калюжный И. Л. Таяние снежного покрова и водоотдача из снега на верховых болотах (на примере болот Карельского перешейка и Кольского полуострова) // Гидрометеорология и экология. 2025. № 79. С. 261—279.

Журавлева А.Д., Курочкина Л.С., Скороспехова Т.В. Оценка изменений гидрологического режима верхового болота с учетом ожидаемых изменений климата в период до 2060 года (на примере болота Ламмин-Суо). Гидрометеорологические исследования и прогнозы. № 4 (394). 2024 г., с. 128-145.

Zhuravleva, A.D., Terekhov, A.V., Skorospekhova, T.V., Batuev, V.I., Kurochkina, L.S., Chepikova, S.S., Yahlakov, B.V. Long-term hydrometeorological observations (1952–2020) at the Lammin-Suo Peatland Station, north-west Russia. Mires and Peat, 31, 12, 2024, 31pp. (Online: <http://www.mires-and-peat.net/pages/volumes/map31/map3112.php>).

Лавров С. А., Марков М. Л., Скороспехова Т. В. О роли атмосферного давления в процессе формирования стока // Гидросфера. Опасные процессы и явления. Том 4. Вып. 4. 2022. С. 401-409. DOI: 10.34753/HS.2022.4.4.401

Базы данных:

Skorospekhova T., Terekhov A., Yahlakov B. et al. (2021). A long-term hydrometeorological observations from the Lammin-Suo peatland station (1.0) [Data set]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5060039>

Скороспехова Т.В., Терехов А.В., Яхлаков Б.В. и др. «Данные многолетних гидрометеорологических наблюдений на болотной станции Ламмин-Суо за период 1950-2023 гг. – (2024)» («A long-term hydrometeorological observations at the Lammin-Suo peatland station for the period 1950-2023 – (2024)»). Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2024623605. Дата государственной регистрации в Реестре баз данных 16 августа 2024 г.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, списка используемых источников и 4 приложений. Общий объем работы составляет 289 страниц, работа иллюстрирована 82 рисунками и содержит 34 таблицы. Список используемых источников содержит 142 наименования, в том числе 39 – на иностранном языке.

## Глава 1 Обзор исследований в области гидрологии олиготрофных болот

Уникальность болот как объектов изучения заключается во множестве компонентов, их составляющих, (наличие избыточной влаги, специфическая растительность), и происходящих на них процессах при взаимодействии этих компонентов (торфообразование). Многокомпонентность болот – основная причина того, что болотоведение как научное направление развивалось в рамках различных наук, таких как ботаника, геология, география, гидрология и др.

Несмотря на кажущуюся простоту понятия термина «болото», до сих пор не существует общепринятого определения. Употребление в литературе и речи выражения «болото» и «торфяное болото» не вызывают затруднений в понимании объекта, о котором идёт речь. Однако при формулировании определения «болота» в качестве природного объекта среди представителей различных направлений науки единого мнения не существует. Изучением болот занимаются различные дисциплины: фитоценология, ландшафтоведение, гидрология, геология, торфоведение, лесоводство, почвоведение и другие, что порождает различные подходы к изучению, определению и классификации болот. Рассматривая болото «под углом» какой-либо одной особенности, представляющей интерес для данной отрасли науки, термин «болото» трактуют по-разному.

### 1.1 Гидрологический подход к изучению болот

Первое определение болота, в рамках гидрологического подхода, было сформулировано на Второй конференции по вопросам кадастра болот (20 – 23 апреля 1934 г.): *Болото - это избыточно увлажненный участок земной поверхности, покрытый слоем торфа, глубиной не менее 30 см в неосушенном и 20 см – в осушенном состоянии* [Дубах, 1936]. Это определение использовалось в дальнейшем для классификации участков земной поверхности в качестве болота и внесения его в Кадастр водных объектов. Мощность торфа в 30 см соответствовала глубине обычной вспашки при культурной обработке болот того времени.

В дальнейшем в рамках развития гидрологии болот Константином Евгеньевичем Ивановым [Иванов, 1953] было сформулировано более полное определение в котором под болотом понимается *участок территории, характеризующийся обильным застойным или слабо проточным 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.*

В соответствии с ГОСТ 19179-73 «Гидрология суши. Термины и определения», под болотом понимается *природное образование, занимающее часть земной поверхности и представляющее собой отложения торфа, насыщенные водой и покрытые специфической растительностью. Под болотным массивом понимается часть земной поверхности, занятая болотом, границы которой представляют замкнутый контур и проведены по линии нулевой глубины торфяной залежи.*

### **1.1.1 Типизация болот**

Определяющим для образования болота являются процессы болотообразования, представляющие собой природно-ландшафтный процесс, характеризующийся накоплением органического вещества в виде торфа и оглеением минеральной части почвы [Инишева, 2009]. Эти процессы широко распространены и происходят на больших территориях от арктических до субтропических и тропических климатических поясов. При этом наибольшего развития болотообразовательные процессы достигают в условиях избыточного увлажнения умеренного климата [Иванов, 1953].

Во многом процессы болотообразования обусловлены источником водного питания и степенью проточности питающих болота вод, что, в свою очередь, определяет тип болота.

В основе современного представления о болотах лежит предложенная Карлом Вебером в 1902 г. классификация, в которой болота подразделялись на две основные группы: плоские (переходные и низинные) и верховые [Пьявченко, 1985].

В 1926 году классификация Вебера была дополнена Н.В. Сукачевым, обосновавшим выделение двух типов болот характером питания [Сукачев, 1926]. По Сукачеву на низинных болотах преобладает грунтовое питание, тогда как питание верховых болот происходит за счет атмосферных осадков.

Применяемая в настоящее время типизация болот основывается на режиме водного питания, характере преобладающей растительности и расположению болот в форме рельефа [Денисенков, 2000; Инишева, 2009] и выделяет три типа болот: низинные, переходные и верховые.

Низинные, или эфтрофные, болота образуются в понижениях рельефа в условиях близкого залегания грунтовых вод. Растительность низинных болот очень требовательна к большому содержанию минеральных веществ, обеспечивающееся за счет питания грунтовыми водами. Основными растениями-торфообразователями являются тростник,

рогоз, осоки, вахта трехлистная, хвощи, папоротники, гипновые мхи и древесные породы (ольха, береза, ивы). К низинным болотам относятся расположенные в заболоченных поймах и дельтах рек травяные (осоковые) болота, лесные (черноольховые, березовые) болота, приуроченные к выходам ключей и карстовым воронкам трясинные (гипновые) болота, образующиеся по берегам зарастающих озер и стариц тростниковые и рогозовые болота.

Переходные или мезотрофные болота являются промежуточным типом между низинными и верховыми болотами. Растительность мезотрофных болот сочетает черты низинных и верховых болот, и представлена сфагновыми и гипновыми мхами, осоками, вахтой трехлистной и др. Формирование переходных болот происходит на участках с относительно хорошим дренажем: по берегам озер, на периферии олиготрофных болот, а также в зонах соприкосновения эвтрофных и олиготрофных болот.

Верховые или олиготрофные болота образуются в условиях избыточного увлажнения атмосферными осадками. Так как питание верховых болот осуществляется за счет атмосферных осадков, растительные сообщества преимущественно представлены олиготрофными видами, малотребовательными к минеральным веществам. Основные растения-торфообразователи – сфагновые мхи.

### **1.1.2 Распространение олиготрофных болот**

По современным оценкам площадь торфяных болот составляет 4,23 млн. км<sup>2</sup>, или примерно 2,84% мировой площади суши [Xu at al., 2018]. Среди них олиготрофные (верховые) болота являются наиболее распространенным типом болот.

По данным [Xu at al., 2018] большая часть верховых болот расположена в Азии (38,4%) и Северной Америке (31,6%) – в основном в Канаде и на Аляске. Европейские торфяные болота составляют 12,5%, за ними следуют Южная Америка (11,5%), Африка (4,4%), Австралия, Новая Гвинея, Новая Зеландия и Океания (1,6%).

На территории России болота всех типов с мощностью торфяной залежи 30 см и выше, занимают площадь в 1,39 млн. км<sup>2</sup> (8,1% от общей площади страны) [Вомперский и др., 2011]. Наиболее заболоченными регионами являются Западная Сибирь, Север и Европейская территория России, а также юг Дальнего Востока, при этом 65% площади болот расположены в зоне многолетней мерзлоты [Вомперский, 1994].

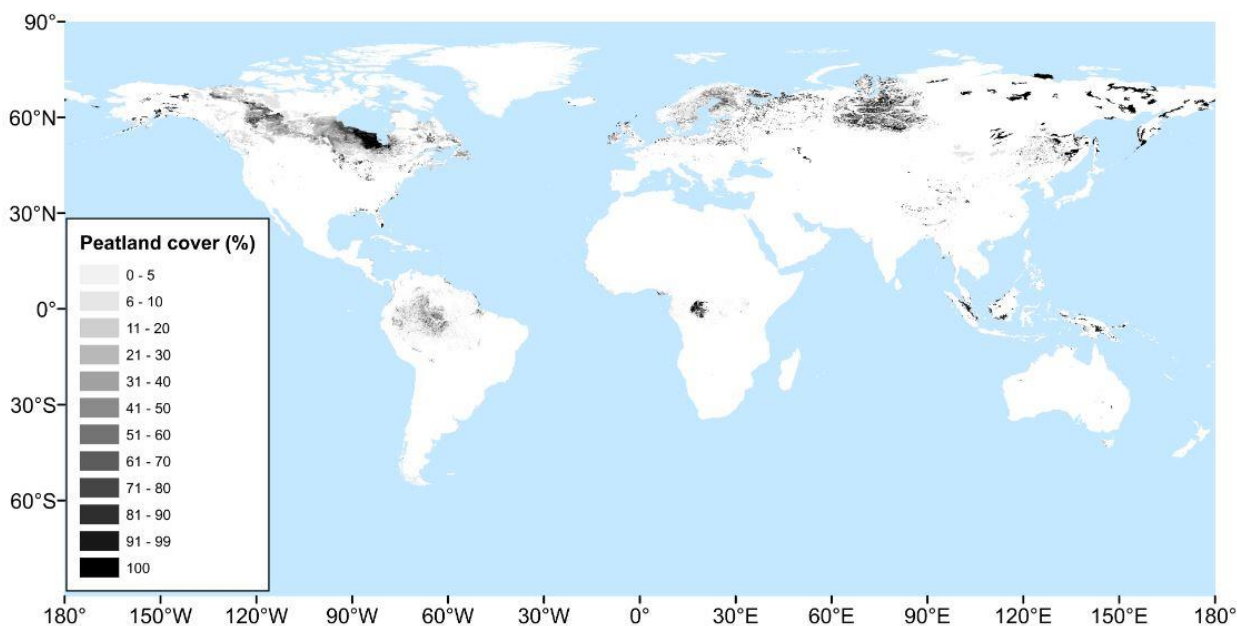


Рисунок 1.1 – Глобальное распределение олиготрофных болот согласно PEATMAP  
[Xu et al., 2018]

Олиготрофные болота широко распространены преимущественно в зонах с гумидным климатом. Крупнейшим в мире болотным массивом являются Васюганские болота, расположенные на Западно-Сибирской равнине. На Европейском Севере и Северо-Западе (Карелия, Кольский полуостров, Псковская и Новгородская области) олиготрофные болота часто формируются в ледниковых формах рельефа.

В качестве объекта исследования в настоящей работе рассматриваются олиготрофные болота Севера и Северо-Запада РФ. Основное внимание уделено гидрологическим процессам, протекающим на олиготрофных болотах рассматриваемого региона, болотным микроландшафтам, а также оказываемому на них влиянию современных климатических изменений.

Все рассматриваемые в работе характеристики болот и протекающие на них процессы относятся только к олиготрофным болотам.

### 1.1.3 Основные гидрологические характеристики олиготрофных болот

К одним из важнейших гидрологических факторов, определяющих тип болотной растительности и процессы торфообразования на олиготрофных болотах относятся **уровни болотных вод**, амплитуда их колебаний и изменения уровней по территории болота [Иванов, 1975]. На олиготрофных болотах уровень болотных вод представляет собой расстояние от поверхности болота до уровня, на котором торф насыщен водой.

Положение уровня болотных вод зависит от большого числа факторов, включая количество и распределение во времени атмосферных осадков, выпадающих на поверхность болота, интенсивность испарения, скорость стекания воды в деятельном слое болота и пр. Все эти факторы, в свою очередь, во многом определяются климатическими условиями.

Так как болотные воды залегают вблизи поверхности болота, зеркало болотных вод практически повторяет форму поверхности болота, вследствие чего уровень болотных вод быстро реагирует на изменения прихода и расхода влаги на болоте [Новиков и др., 2019].

Отметим, что в более ранней литературе [Иванов, 1953, 1957; Романов, 1961; Савельева, 1991 и др.] термин чаще употребляется в форме «уровень болотных грунтовых вод» и «уровень грунтовых вод», тогда как в современных литературных источниках чаще встречается как «уровни болотных вод».

Толщу органических накоплений олиготрофных болотных болот принято разделять на два горизонта. Верхний, **активный (деятельный) горизонт (слой)** (обычно менее 1 м), представляет собой зону интенсивного взаимодействия с атмосферой, где происходят быстрые изменения влажности и температуры, периодический доступ кислорода в данном слое способствует активному разложению органики и образованию торфа. В ГОСТ 19179-73 «Гидрология суши. Термины и определения» дается следующее определение: «**деятельный горизонт болота** – это слой активного водообмена в болоте, являющийся переходным от торфяной залежи к поверхности живого растительного мохового покрова и моховых и древесно-моховых микроландшафтах или к поверхности плотных сплетений корневищ в травяной, тростниковой, древесно-травяной и древесной группах микроландшафтов».

Мощность деятельного горизонта принимается равной расстоянию от поверхности болота до среднего многолетнего минимального уровня болотных вод, наблюдающегося в теплый сезон года [Лопатин, 1949; Иванов, 1975]. Это связано с тем, что главным фактором, определяющим интенсивность биохимических процессов в деятельном горизонте, являются колебания уровня болотных вод, и вследствие этого – периодический доступ кислорода из воздуха в толщу органических отложений.

Нижний, **инертный горизонт**, составляет основную толщу торфяной залежи и отличается постоянством свойств: стабильной влажностью, крайне низкой водопроницаемостью и отсутствием доступа кислорода, что замедляет все физические и биохимические процессы.

Несмотря на то, что с гидрологической точки зрения болото рассматривается как водный объект от поверхности до границы торфяной залежи с подстилающим минеральным

грунтом, основные процессы происходят в поверхностном активном горизонте, являющимся зоной активного водообмена и теплообмена в олиготрофных болотах. Таким образом, для гидрологических расчётов в целях обоснования мелиоративных и гидротехнических мероприятий необходимо определять водно-физические свойства торфа преимущественно в пределах верхнего активного горизонта, где сосредоточены основные процессы водо- и теплообмена. [Иванов, 1975].

## **1.2 Исследования в области гидрологии болот**

Исследования болот в России имеют разные направленности, в том числе картирование болот и оценка торфяного фонда (как полезного ископаемого ресурса), изучение болот в качестве водных объектов и исследование их гидрологических функций, оценка содержания объемов углерода, процессы эмиссии и поглощения парниковых газов и другое. Рассмотрим основные направления изучения болот в России ниже.

### **1.2.1 Выявление закономерностей распределения болот по различным физико-географическим зонам**

За более чем полувековой период были созданы различные классификации болот. Однако до настоящего времени районирование болот остаётся спорным вопросом, так как применяемые подходы зависят от задач исследований и опираются на отдельные характеристики (мощность торфяной залежи, растительность, ландшафт, водный режим) [Вомперский и др., 2005].

Рассмотрим наиболее известные подходы районирования болот, на которые во многом опираются современные исследования.

Кац Н.В. [Кац, 1948; Кац, 1971] выделил восемь болотных зон и три группы болотных провинций, основывая свой подход на преобладающем растительном покрове. Классификация Каца зональна и представляет собой распределение болотных зон по широте. Никоновым М.Н. [Никонов, 1955] на основе количественной и качественной оценки торфяного фонда выделено пять поясов торфонакопления в зависимости от количества болот в каждом из них. Классификация торфяных месторождений Тюремнова С.Н. [Тюремнов, 1976] основана на геоморфологическом строении: современных особенностях рельефа, истории его формирования, протекающих процессах его преобразования под влиянием торфонакопления. Классификация Галкиной Е.А. [Галкина, 1967] основана на азональных особенностях территории (геологических, геоморфологических, палеографических, водно-минеральном питании).

Основываясь на ландшафтно-геоморфологическом подходе, Галкина выделяет шесть болотных стран на территории лесной зоны страны, которые далее разделяются на болотные области по классам типов болот и стадии развития.

Для целей картирования болотных систем был разработан фитоценолого-географический подход классификации болотных систем [Цинзерлинг и др., 1932; Юрковская, 1980], Типы болотных массивов при данном подходе выделяют по составу и структуре растительного покрова и их географическому распространению. Классификация используется для целей картирования болот и болотной растительности. На основе подхода Юрковской в том числе была создана ботанико-географическая классификация болотных массивов Европейской части России [Юрковская, 1992]. Классификация разработана для целей мелкомасштабного картирования типов болот и растительности больших территорий и включает 5 классов, разделяемых на типы, группы и подгруппы.

Для территории Западной Сибири, наиболее заболоченного региона РФ, в 1977 году под редакцией Романовой Е.А. была выпущена «Типологическая карта болот Западно-Сибирской равнины» [Романова и др., 1977], ставшая первой обзорной картой болот настолько обширного региона страны. Карта изменила представление о распространении полигональных и бугристых болот, показав, что их границы проходят значительно южнее представлений более ранних работ [Кац, 1971]. Карта была оцифрована [Peregón et al., 2009] и долгое время оставалась единственной доступной подробной классификационной схемой болот Западной Сибири.

В монографии [Лисс и др., 2001] для болот Западной Сибири предложено районирование территориальных единиц, основанное на динамических критериях, таких как скорость торфонакопления и особенности смены стадий и фаз развития. В основе районирования универсальная таксономическая система единиц: район, округ, провинция, область, страна.

Современный этап районирования болот во многом опирается на созданные ранее карты. Например, ГИС «Болотные экосистемы России», созданная в Институте Лесоведения РАН, основана на Почвенной карте РСФСР 1988 г. [Почвенная карта РСФСР..., 1988], а пространственное распределение болот и заболоченных земель, основано на природно-географических провинциях Каца [Кац, 1971]. ГИС создана в целях развития информационной базы биоразнообразия болот и заболоченных земель Российской Федерации и включает площадное распространение болот в масштабах страны, анализ их биосферной роли, в том числе в депонировании углерода, а также оценку облесенности болот и заболоченных земель [Вомперский и др., 2011].

### 1.2.2 Использование аэрофотосъемки и спутниковых снимков

Впервые материалы аэрофотосъемок болот различных природных районов страны использовала в своей работе Е.А. Галкина [Галкина, 1946]. В 1946–1949 гг. Романова Е.А. применила аэрофотосъемку для составления мелкомасштабной карты болот Ленинградской области [Романова, 1961]. Работа включала в себя дешифрирование нескольких сотен болот, натурное обследование растительности и гидрологические наблюдения за уровнями болотных вод и увязка измеренных уровней на 30 болотах с долгосрочными данными наблюдениями болотных станций.

Постепенно аэрофотосъемка становится важным инструментом для общих гидрологических задач и для практических работ при освоении болот. В XX веке расширение масштабов промышленного торфяного производства и освоение новых заторфованных районов страны вызвали необходимость совершенствования методов и повышения научно-технического уровня разведки и картирования торфяных месторождений. Это привело к более широкому использованию материалов аэрофотосъемки. Всего в рамках торфяного фонда Советского Союза было разведано более 63 тысяч торфяных месторождений, суммарной площадью более 48 млн. га с общими запасами торфа 162,5 млрд. тонн. Из них на торфяные месторождения, выявленные по аэрофотоснимкам, картографическим, литературным и другим источникам, приходится более 23%, что составляет 38,2 млрд. тонн [Тюремнов, 1976].

В 1950-е годы применение аэрофотосъемки с типологическим и гидрологическим дешифрированием становится важным исходным материалом при гидрологическом изучении болот (исследования стока, испарения, водного баланса). Исследования ведутся путём сочетания нескольких различных методов: аэрофотосъемки, кратковременных наземных гидрографических обследований, обработки данных стационарных наблюдений болотных станций и постов Гидрометслужбы.

В рамках гидрологии болот использование аэрофотосъемки позволило определять морфологические особенности болотных ландшафтов, устанавливать их типы, составлять масштабные типологические карты и сетки линий стекания болотных вод, выявлять естественную гидрографическую сеть и границы внутриболотных водосборов, учитывать степень обводненности болотных микроландшафтов [Романова, 1961]. В 1977 г. выходит карта болот Западной Сибири [Романова, 1977], выполненная на основе материалов аэрофотосъемки и данных наземных исследований. В 2009 г. основываясь на результатах многолетних комплексных экспедиционных работ и классификации, разработанной Е.А. Романовой, Людмила Ивановна Усова создаёт «Практическое пособие по

ландшафтному дешифрированию аэрофотоснимков различных типов болот Западной Сибири» [Усова, 2009].

Использование аэрофотоснимков высокого разрешения позволяет более точно идентифицировать типы болотных ландшафтов, прежде всего характеризующиеся высокой степенью пространственной неоднородности, такие как грядово-мочажинные и грядово-озерковые комплексы, а также аапа-болота [Терентьева и др., 2020]. Одновременно с этим, являясь трудоёмким методом, картографирование по аэрофотоснимкам наиболее применимо для болот, занимающих сравнительно небольшие площади.

Развитие методов дистанционных исследований и геоинформационных технологий позволило применить спутниковую информацию для картирования болот.

Для севера Западной Сибири, в зоне сплошного распространения многолетнемерзлых пород, по данным спутниковых снимков определены площади основных болотных ландшафтов в работе [Голубятников и др., 2015; Голубятников и др., 2018]. Основные типы болотных микроландшафтов были определены по результатам полевых исследований и анализу спутниковых снимков Landsat-8 (разрешение 30 м) и снимков сверхвысокого разрешения WorldView-2 (разрешение от 2 до 0,5 м) для ключевых участков.

При создании карты участка Васюганского болота по снимкам Landsat [Алексеева и др., 2015] для района исследования (болотные массивы Икса и Бакчар) была разработана классификация наземного покрова. Анализ спутниковых данных производился по сформированным обучающим выборкам, основанным на экспертных оценках и результатах полевых исследований различных болотных ландшафтов в районе работ. Несмотря на то, что данная классификация наземного покрова болот не покрывает всего разнообразия болотных ландшафтов Сибири, она оказалась применима для картографического сопровождения исследований болот данной территории. В работе [Дюкарев и др., 2017] эта классификация применена для пространственной оценки первичной продукции различных болотных ландшафтов

Также спутниковые снимки могут быть информативны при оценке облесенности болот, как это было показано в работе [Егоров и др., 2024], выполненной для трёх верховых болот Западнодвинского лесоболотного стационара Института лесоведения РАН (юго-запад Тверской области). Методика работы основана на использовании спутниковых снимков Landsat за зимний период, так как наличие снежного покрова минимизирует влияние почвенного слоя земли. Для идентификации применялись различные вегетационные индексы, при этом наиболее эффективным для зимнего периода оказался индекс SWVI (Short wave vegetation index). Анализ спутниковых данных показал, что рост древостоя

происходит на окраинах болот и минеральных островах, особенно при условии предшествующего осушения. Центральные части исследованных болот остались без значительных изменений.

Помимо этого, одной из актуальных задач картирования болот является оценка эмиссии метана с болот. Картографирование болотных ландшафтов таежной зоны Западной Сибири было выполнено в работе [Терентьева и др., 2020]. Карта составлена на основе спутниковых снимков Landsat с разрешением 30 м, сделанных в пик вегетационного сезона в период 2005–2010 гг. Одной из задач работы была пространственная экстраполяция точечных данных эмиссии метана в соответствии с распространением основных типов болотных ландшафтов района. Отмечены сложности при определении открытых мезо- и эвтрофных болот с низким УБВ, так как они спектрально близки к сельскохозяйственным угодьям. Также отмечены трудности при определении лесных мезо- и эвтрофных болот, так как спектральные характеристики практически идентичны с лесными массивами.

В настоящее время в мировой практике широко используются данные дистанционного зондирования с беспилотных летательных аппаратов для решения таких задач как оценка растительного покрова, картографирование поверхности и отслеживание хода восстановления болот, подвергшихся антропогенной нагрузке, в том числе в процессе проводимых мероприятий по их повторному обводнению [Доронина и др., 2020; Lehmann et al., 2016; Simpson et al., 2024; Синюткина, 2025].

Для исследований верховых болот особую ценность имеет фотограмметрическая обработка данных БПЛА, поскольку она позволяет получать ортофотопланы и цифровые модели местности с разрешением, достаточным для дешифрирования микрорельефа [Lehmann et al., 2016; Синюткина, 2025].

### **1.2.3 Определение характеристик торфяной залежи**

Основоположником изучения физических свойств деятельного слоя торфяной залежи и протекающих в нем гидрофизических процессов является В.В. Романов.

Романовым было показано, что между гидрофизическими процессами (промерзание, испарение, капиллярное движение влаги, фильтрационный сток с болот) и водными и тепловыми свойствами деятельного слоя болот существует тесная связь [Романов, 1961]. Установленные закономерности, были использованы для расчёта составляющих водного баланса болот. Первые результаты стационарных исследований гидрофизических процессов, происходящих на болотах, были получены на специализированной сети болотных станций Росгидромета, а также путём полевых исследований Государственного гидрологического института [Калюжный, 2019].

В современных условиях климатических изменений значительное число исследований направлено на изучение температуры деятельного слоя торфяной залежи, оказывающей влияние на такие процессы как формирование стока с болот, разложение и минерализацию органического вещества, эмиссию парниковых газов, изменение состава болотной растительности.

Как правило, наблюдения за температурой торфяной залежи приурочены к болотным стационарам. Подробные исследования температурного режима болот выполнены на стационаре Васюганье [Дюкарев и др., 2009; Дюкарев и др., 2013; Вяйзя и др., 2019]. Здесь, начиная с 2005 года впервые проводились продолжительные измерения температуры торфяной залежи с высокой дискретностью (1 ч в зимнее время и 15 мин в летнее). По затуханию амплитуды суточных колебаний температуры были получены значения коэффициентов эффективной теплопроводности торфяной залежи, применение которых может повысить качество моделирования пространственной и временной динамики температуры деятельного слоя болота.

Исследования, выполненные на олиготрофном болоте Николаевский рям, расположенном в более континентальном климате (лесостепная зона, Западная Сибирь), показали, что в период 2012-2017 гг. происходило увеличение абсолютных значений сумм положительных и отрицательных температур, понижение глубины промерзания верхнего слоя торфяной залежи и увеличение годовой амплитуды температуры в верхнем 40-сантиметровом слое [Коронатова и др., 2019].

Влияние температурного режима деятельного горизонта торфяной залежи на гидрологический режим болот Севера и Северо-Запада РФ подробно рассмотрено в работах Калюжного [Калюжный и др., 2012; Калюжный и др., 2015]. Анализ многолетних данных наблюдения показал, что рост температуры верхнего слоя торфяной залежи, отмечающийся с 1980-х годов, сопровождается уменьшением глубины промерзания торфа, что вызывает увеличение зимнего стока с верховых болот Севера и Северо-Запада РФ.

Другой важной характеристикой торфяной залежи являются её водно-физические свойства, первые работы по изучению которых были предприняты ещё А.Д. Дубахом в 1936–1941 гг. [Дубах, 1944]. Позже водно-физические свойства олиготрофных и эвтрофных болот исследовались К.Е. Ивановым [Иванов, 1957], В.В. Романовым [Романов, 1961], П.К. Воробьевым [Воробьев, 1965] и др. В деятельном слое торфяной залежи изучались такие характеристики торфа, как капиллярная структура, водоудерживающая способность и водоотдача, а также водопропускная способность, определяемая коэффициентом фильтрации.

В то время как плотность и пористость торфа может быть определена простым высушиванием образцов торфа до воздушно-сухого состояния с последующим определением их массы [Наставление..., 1990], такие характеристики как коэффициент фильтрации и капиллярные свойства торфа требуют более сложных методов. Для этого на базе Гидрологического института были разработаны и применялись специальные приборы и установки (капилляриметр ГР-37, фильтрационный лоток). При применении данных приборов исследовались монолиты торфа, которые извлекались с разных типов болотных микроландшафтов.

Капилляриметр ГР-37 предназначен для определения величины гидравлического напора, при котором связанная вода в зоне аэрации переходит в свободное состояние и участвует в процессе водоотдачи, капиллярного поднятия, вертикальной и горизонтальной фильтрации [Калюжный, 2019]. Специальный безнапорный фильтрационный лоток позволял определить коэффициенты фильтрации активного горизонта торфяной залежи, характеризующие степень влагопроводности болотных микроландшафтов.

Для условий ненарушенных болотных массивов исследования Гидрологического института в области водно-физических свойств торфяной залежи [Иванов, 1957; Романов, 1961; Калюжный, 2019] остаются актуальными до настоящего времени.

#### **1.2.4 Взаимодействие болотных и грунтовых вод**

В рамках классической концепции водного питания болот [Иванов, 1975] на ранних (эвтрофной и мезотрофной) стадиях их развития поверхность болота расположена ниже, чем прилегающие минеральные земли (суходол). В этот период водное питание складывается из атмосферных осадков, а также притока поверхностных и грунтовых вод с окружающих территорий. Однако в процессе формирования характерной выпуклой формы рельефа (олиготрофная стадия развития) основная часть болотного массива переходит исключительно на атмосферное питание. Приток грунтовых и поверхностных вод с суходолов сохраняется лишь на окраинных участках болота.

Взаимодействие грунтовых и болотных вод на олиготрофных болотах зависит от ряда факторов, таких как мощность торфяной залежи, особенности подземных водоносных горизонтов (напорные и не напорные) и др. В случае, когда олиготрофные болота залегают в котловинах, где подстилающая поверхность представлена твёрдыми горными породами, ледниковыми отложениями с низкой проницаемостью или илом, вертикальный обмен между нижними слоями торфяной залежи и подстилающей коренной породой или ледниковыми отложениями с низкой проницаемостью ограничен [Waddington et al., 2015]. Однако олиготрофные болота, сформировавшиеся на более проницаемых ледниковых

отложениях, могут иметь повышенный вертикальный обмен, особенно в зоне контакта болота и прилегающей территории, где мощность торфа, как правило меньше. Помимо этого, на болотах, образовавшихся в ледниковых формах рельефа, взаимодействие с грунтовыми водами может происходить в местах выклинивания минеральных островов до уровня деятельного горизонта торфяной залежи [Новиков и др., 2019], а также в местах очагов разгрузки подморенного водоносного горизонта [Раевский и др., 1957].

В работе [Раевский и др., 1957] рассматривается тип месторождений озерных котловин, к которому относятся болота, образовавшиеся в результате зарастания озерных котловин ледникового происхождения. Озерные котловины, глубоко врезанные в толщу моренных отложений, могут пересекать межморенные водоносные горизонты, которые могут питать образовавшуюся торфяную залежь. В работе рассматривается питание торфяной залежи напорными грунтовыми водами на примере крупного торфяного месторождения Подозерское, занимающее озерное понижение среди группы моренных холмов и гряд. Водное питание данного месторождения складывается из атмосферных осадков, выпадающих непосредственно на торфяной массив, склонового стока с бортов озерной котловины, а также разгрузки напорных грунтовых вод.

В пределах котловины наблюдается непостоянство напоров (различные отметки пьезометрических уровней) водоносного горизонта, приуроченного к подморенным флювиогляциальным пескам. Для центральной части торфяного массива отмечаются наиболее низкие отметки пьезометрического уровня, однако на двух участках наблюдаются аномально повышенные уровни, нарушающие общую закономерность в распространении напоров. Исследования показали, что некоторые центральные участки связаны с очагами разгрузки подморенного водоносного горизонта. Подобные процессы взаимодействия болотных и грунтовых вод на верховых болотах, образовавшихся в озерных котловинах, ледникового происхождения, рассматриваются в работе [Дунаев, 1954].

Наиболее подробные исследования взаимодействия болотных и грунтовых вод, были выполнены на основе данных многолетних наблюдений на олиготрофном болоте Ламмин-Суо в работах [Мухаметдинов, 2013; Новиков и др., 2019].

Болото Ламмин-Суо расположено на Карельском перешейке в пределах северо-западной части Русской плат формы. Гидрогеологические условия в районе болота Ламмин-Суо характеризуются развитием двух водоносных горизонтов в четвертичных отложениях (горизонта грунтовых вод и нижнего межморенного водоносного горизонта) и вендского водоносного комплекса в дочетвертичных породах.

Горизонт грунтовых вод (ГГВ) объединяет комплекс песчаных пород, местами пески замещаются ленточными глинами и суглинками. Питание ГГВ происходит за счёт

атмосферных осадков и перетекания подземных вод озерно-ледниковых отложений. Мощность водоносного горизонта составляет 1–16 м. Глубина залегания грунтовых вод близка к поверхности и в зависимости от рельефа поверхности, изменяется от 0,2 до 8 м. Подземный поток имеет равномерный уклон в сторону Финского залива.

Нижний межморенный водоносный горизонт в пределах рассматриваемого участка распространен повсеместно. Представлен песками различной зернистости, заполняющих древнюю погребенную долину. Мощность водоносного горизонта составляет 38–50 м. Водоносный горизонт напорный. От вышележащего горизонта грунтовых вод межморенные отложения отделены глинистой толщей моренных, озерно-ледниковых и озёрных отложений.

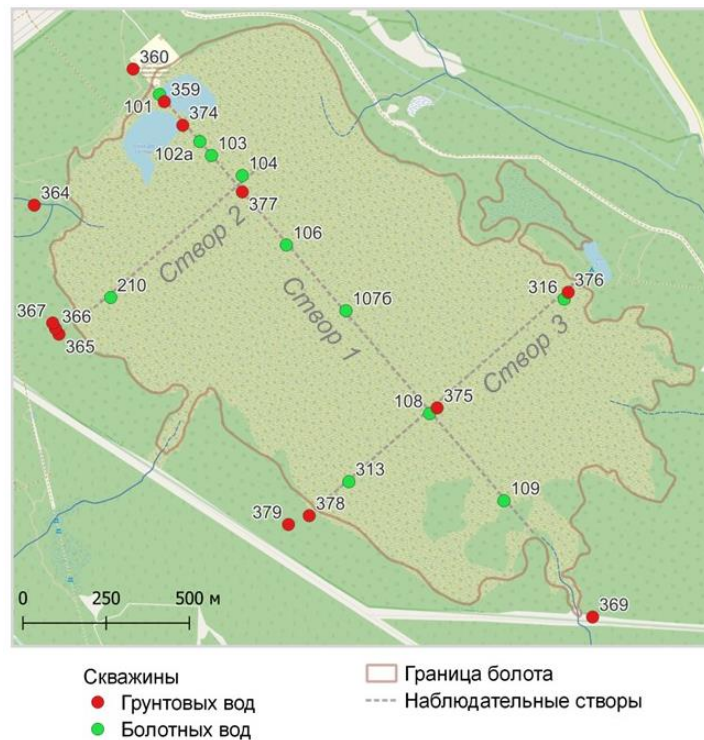


Рисунок 1.2 – Расположение скважин грунтовых и болотных вод на олиготрофном болоте Ламмин-Суо

На болоте Ламмин-Суо с 1962 года ведутся параллельные наблюдения за уровнями грунтовых и болотных вод. Сеть скважин состоит из 11 скважин болотных вод и 13 скважин грунтовых вод, расположенных как на болоте, так и в его окрестностях, на прилегающем суходоле (Рисунок 1.2). Скважины болотных вод располагаются в разных частях болота, как в центральной части, так и на его окраине. 5 из 11 скважин болотных вод находятся в непосредственной близости от гидрогеологических скважин и представляют собой пары совмещенных скважин.

Все гидрогеологические скважины оборудованы фильтрами длиной 1,5 метра, заложенными на разной глубине. Глубина скважин составляет от 2,0 до 9,4 м, глубина заложения фильтров от 0,62-2,12 до 7,71-9,21 м. Таким образом, наблюдения охватывают как горизонт грунтовых вод, так и нижележащий нижний моренный водоносный горизонт (рисунок 1.3).

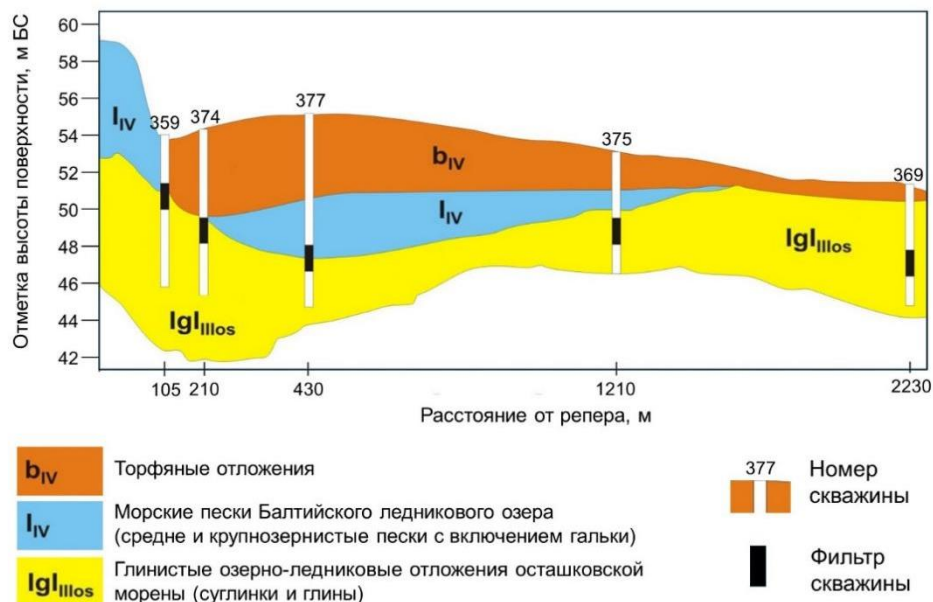


Рисунок 1.3 – Литолого-генетический разрез на болоте Ламмин-Суо, водомерный створ № 1 [Новиков и др., 2019]

Анализ взаимосвязи грунтовых и болотных вод, выполненный в работе [Мухаметдинов, 2013], основан на данных наблюдении за уровнями болотных и грунтовых вод охватывающий 47-летний период с 1965 по 2012 г. По разнице в уровнях между гидрогеологическими и болотными скважинами был сделан вывод о том, что уровень в исследуемых водоносных горизонтах оторван от уровня болотных вод. Наибольшая величина отрыва достигает 7 метров в районе генетического центра болота, ближе к окраине отрыв составляет от 2 до 5 метров. Описываемая ситуация в целом характерна для олиготрофных болот Ленинградской области, образовавшихся на ледниковом рельефе.

В работе [Новиков и др., 2019] анализ данных наблюдений по пяти парам совмещённых скважин показал отсутствие постоянной связи между уровнями болотных и грунтовых вод в пределах границы болота Ламмин-Суо. Исключением были скважины, расположенные вблизи участков с островным выклиниванием минеральных островов до глубины деятельного горизонта, где прослеживалась связь болотных и грунтовых вод.

Явление выклинивания минеральных островов в целом типично для олиготрофных болот Севера и Северо-Запада.

Результаты, полученные для болота Ламмин-Суо, описывают характерную картину взаимодействия болотных и грунтовых вод на олиготрофных болотах Севера и Северо-Запада, образовавшихся на ледниковых формах рельефа [Мухаметдинов, 2013; Новиков и др., 2019], характеризующуюся отсутствием связи грунтовых и болотных вод на большей части олиготрофных болот, за исключением окраины, где мощность торфа значительно ниже, а также наличием локальных участков поднятия грунтовых вод до активного горизонта, при наличии выклинивания минерального грунта до поверхности болота или деятельного слоя.

### **1.2.5 Определение элементов водного баланса**

Олиготрофные болота, как правило являются первичными элементами гидрографической сети и оказывают значительное влияние на водный режим рек, формирующихся в условиях заболоченных водосборов. Расчёт водного баланса является одной из главных задач гидрологии болот. Основные методы расчёта элементов водного баланса болот были предложены Ивановым К.Е. [Иванов, 1953] и Романовым В.В. [Романов, 1961].

Наблюдения за составляющими элементами водного баланса выполнялись на болотных станциях и постах специализированной сети Госкомгидромета, позднее Росгидромета (рисунок 1.4, таблица 1.1). Наблюдения проводились в разных регионах страны по единой программе и включали в себя основные элементы водного баланса: атмосферные осадки, испарение и сток с болот. Помимо элементов водного баланса на болотных станциях проводились наблюдения за температурой воздуха и торфяной залежи, скоростью ветра, влажностью воздуха, глубиной промерзания торфяной залежи, а также уровнями грунтовых и болотных вод.

Современные исследования элементов водного баланса болот сконцентрированы главным образом в двух районах: 1) Европейская часть РФ, где продолжают работу две болотные станции Росгидромета; 2) Западная Сибирь, где многочисленные исследования обоснованы высокой степенью хозяйственного освоения заболоченного региона.

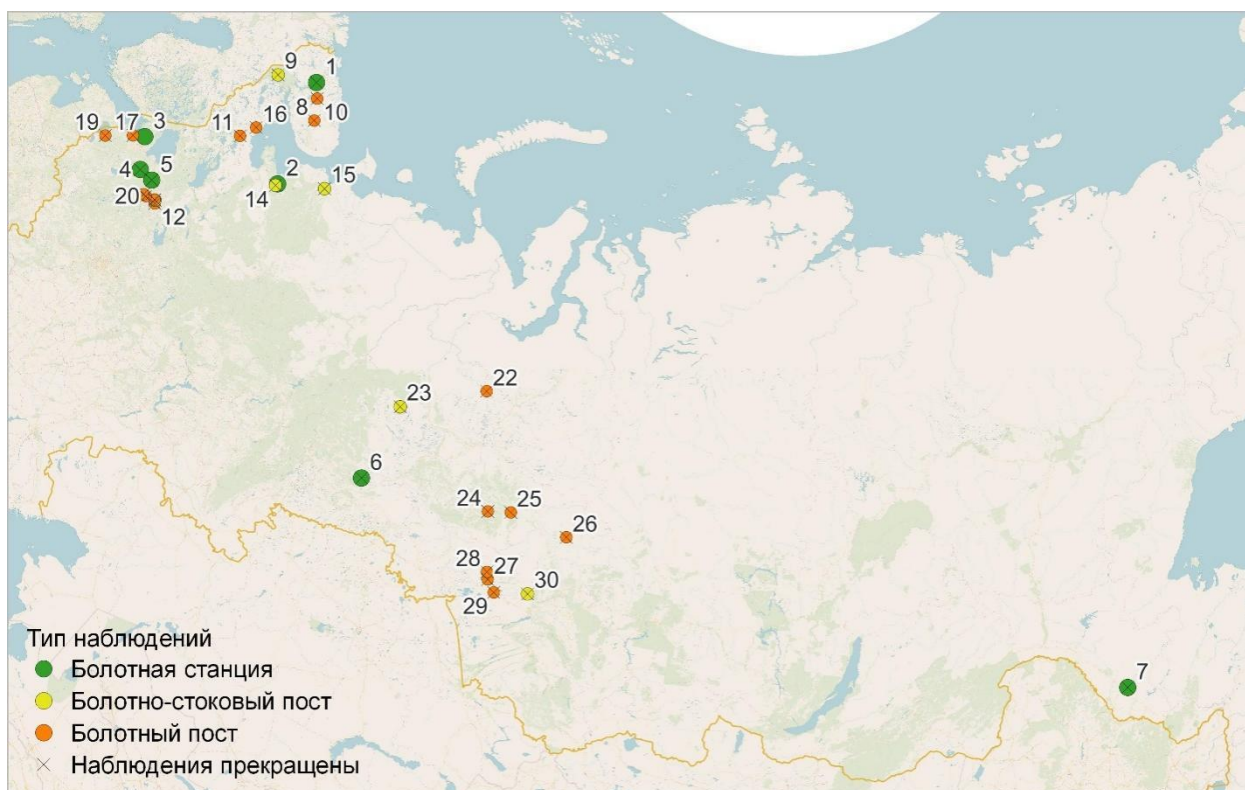


Рисунок 1.4 – Расположение болотных станций и постов  
(нумерация соответствует таблице А.1, Приложение А)

Важной современной задачей является оценка изменений составляющих водного баланса болотных массивов в условиях климатических изменений. Такие исследования проводятся на болотах Западной Сибири, где обширное распространение болот и активные процессы заболачивания делают актуальным изучение вопросов, связанных с водным балансом болотных массивов. Крупные болотные системы, занимающие междуречные пространства, оказывают непосредственное влияние на температурный режим воздуха, характер увлажнения территории и сток рек [Евсеева и др., 2012].

Анализ современных изменений отрога Васюганского болота в бассейнах рек Икса, Чузик, Васюган [Дубровская и др., 2011] показал рост осадков, особенно в зимний период, при относительной постоянности температурного режима. В условиях слабой дренирующей способности гидрографической сети, при сохранении климатических трендов, для района прогнозируется рост увлажненности территории и, как следствие, увеличение заболоченности территории.

Процессы заболачивания могут привести к нарастанию торфяной залежи и увеличить объем удерживаемой болотом воды, что окажет влияние на элементы водного баланса болотного массива и рек, формирующихся на водосборе. Оценка составляющих водного баланса Бакчарского болота, входящего в состав Большого Васюганского болотного

массива [Савичев и др., 2010] изменений не зафиксировала. Однако при продолжающейся динамике повышения температуры воздуха, прогнозируется рост биологической продуктивности болотных экосистем и, как следствие, продолжение роста торфяной залежи.

Для северо-западного региона РФ наиболее полное исследование водного режима выполнено для верхового болота Ламмин-Суо по многолетним данным [Новиков и др., 2019]. Монография включает анализ изменений гидрометеорологических характеристик во времени и пространстве, описание методов расчёта этих характеристик, а также анализ составляющих водного баланса. В работе [Журавлева и др., 2023] для болота Ламмин-Суо выполнено моделирование формирования стока до 2060 года. Расчёты выполнены на основе сценариев социально-экономического развития (SSP2-4.5 и SSP5-8.5), сток с болота определен с помощью концептуальной гидрологической модели HBV. Анализ современных процессов показал значительные изменения водного режима верхового болота Северо-Западного региона, в сравнении с болотами Западной Сибири. В последние три десятилетия климатические условия Северо-Западного района характеризуются ростом температуры воздуха, особенно в зимний период, участвующими оттепелями и сокращением продолжительности зимнего периода, что приводит к увеличению стока в зимний период и сокращению в весенний. Исследование [Журавлева и др., 2023] показывает, что в ближайшие десятилетия (2021–2060 гг.) вероятно увеличение стока воды с болот Северо-Запада.

### **1.2.6 Испарение с олиготрофных болот**

Одной из наиболее важных составляющих водного баланса является испарение воды с поверхности верховых болот. Его величина достигает 60-80% расходной части баланса [Наумов, 2015]. Имеются убедительные доказательства того, что испарение с болот выше, чем с других типов земель, таких как леса, саванны или пахотные земли [Bulock et al., 2003].

Испарение на болотах состоит из трех основных компонентов – транспирации, испарения с поверхности болота (поверхности воды и торфа) и перехвата растительностью выпадающих осадков с последующим их испарением [Wu et al., 2010]. Главную роль в регулировании процессов испарения с болота выполняет растительность. Некоторая болотная растительность, например древесно-кустарничковая, способна уменьшать испарение с болота при определенных условиях. Преобладание кустарниковой и древесной растительности, характерной для пониженного уровня болотных вод, создаёт тень, что приводит к уменьшению поверхностного испарения и уменьшает транспирацию растений нижнего яруса.

Преобладание моховой растительности и участков с открытой водной поверхностью, соответствующие высокому положению уровня болотных вод, напротив, увеличивает испарение [Waddington et al., 2015]. Вместе с тем на более возвышенных участках олиготрофных болот сфагновые мхи могут ограничивать испарение из деятельного слоя торфяной залежи [Price, 2003; Thompson et al., 2008]. Падение уровня болотных вод приводит к тому, что капилляры сфагнового мха и поверхностного слоя торфа осушаются, напорный потенциал снижается и способность сфагноума поднимать влагу из активного горизонта силами гидравлической проводимости резко сокращается. Количество влаги, поступающей из зоны, насыщенной влагой, к испаряющей поверхности сокращается и процесс испарения перестаёт определяться исключительно атмосферными условиями и начинает регулироваться возможностями подачи воды снизу. Таким образом, последующие потери на испарение замедляются.

Определение величины испарения с олиготрофных болот сопряжено с рядом трудностей. В современных исследованиях чаще всего применяется один из трех способов измерения суммарного испарения с болотных массивов: метод весовых испарителей, метод вихревых пульсаций (eddy covariance) и метод экспозиционных камер.

*Методом весовых испарителей* применяется на территории РФ с 1950-х годов. Суть метода заключается в определении суммарного испарения по изменению массы монолитов торфа с естественной болотной растительностью, помещенных в испарительные баки, с учетом осадков, выпавших за промежутки времени между измерениями [Наставление..., 1990]. Как правило, для измерения испарения с торфяной залежи применяется болотный весовой испаритель ГГИ-Б-1000, а при измерении испарения с водной поверхности – ГГИ-3000. Метод приобрёл широкое распространение в связи с тем, что применялся на специализированной сети болотных станций Росгидромета. В настоящее время метод весовых испарителей продолжает использоваться на двух болотных станциях: Ламмин-Суо (Ленинградская область) и Брусовица (Архангельская область). Систематизация и сравнение результатов наблюдений за испарением, полученных за более чем полувековой срок наблюдений в Европейской части РФ, выполнены в работах Калюжного И.Л. [Калюжный 1974, 2009, 2021]. В этих работах определены средние многолетние значения испарения для разных болотных провинций и рассмотрены особенности процесса испарения на различных типах болотных микроландшафтов.

Дискретность измерений методом весовых испарителей составляет 10 дней. Такой частоты измерений может быть достаточно для выявления общих закономерностей и расчёта составляющих годового и многолетнего водного баланса болот. Повышение дискретности измерений возможно за счёт установки тензометрического датчика под баком

испарителя. Пример такой конструкции был применён на станции Мухрино, где дискретность измерений весовым испарителем была сокращена до десятков минут [Dyukarev et al., 2021].

Некоторые современные исследования требуют методов более оперативного измерения испарения, например в области изучения цикла углерода в болотных экосистемах. Методом измерений испарения с максимальной частотой является *метод микровихревых пульсаций* (eddy covariance). Высокая дискретность достигается применением *ультразвуковых анемометров*, выполняющих высокочастотные измерения компоненты скорости ветра и температуры воздуха. Одновременно выполняется измерение концентрации водяного пара в воздухе при помощи газоанализатора на той же высоте. Опыт применения метода микровихревых пульсаций для определения испарения в Тверской области и Красноярском крае подробно описан Курбатовой Ю.А. [Kurbatova J. et al., 2002]. Необходимость использования дорогостоящего оборудования и наличие постоянного источника питания делает метод трудно применимым для широкого круга исследователей.

Измерение суммарного испарения (эвапотранспирации) за короткие интервалы времени в контролируемых условиях может быть выполнено *методом экспозиционных камер*, адаптированным для измерения суммарного испарения [Kurbatova J. et al., 2002; Наумов, 2015]. Метод камер позволяет в том числе проводить измерения в различных условиях освещенности, как, например, это было сделано в исследовании на верховом болотном массиве Западной Сибири [Наумов, 2015], где суммарное испарение из деятельного слоя рассматривалось в качестве фактора, определяющего скорость обмена CO<sub>2</sub>. Исследование выявило функциональные связи между скоростью CO<sub>2</sub>-газообмена, суммарным испарением влаги с поверхности болота и уровнем светового довольствия. Показана высокая зависимость суммарного испарения от условий освещения. Увеличение эвапотранспирации с возрастанием освещённости наблюдалось вне зависимости от характера болотной растительности.

### **1.2.7 Влияние олиготрофных болот на речной сток**

Вопрос о влиянии болот на водный режим рек в России возник в XIX веке и был связан с первыми крупными осушительными мероприятиями. Первые полученные выводы, сообщали о положительной роли болот в питании рек. Однако впоследствии это мнение было опровергнуто исследованиями начатыми А.Д. Дубахом и продолженными К.Е. Ивановым (1953, 1957), В.В. Романовым (1963) и др. и включавшими в себя использование данных сети болотных станций, а также экспериментальные и теоретические исследования физических и фильтрационных свойств торфяной залежи.

Представление, что болота уменьшают максимальный сток, способствуют пополнению запасов грунтовых вод и регулируют речной сток [Boelter et al., 1977; Bullock 1992] основано в первую очередь на физических особенностях торфа: насыщенный влагой торф обычно на 90–98% состоит из воды, что позволяет болотам накапливать и хранить большое количество влаги. Однако вопреки часто высказываемому мнению, впервые изложенному Тернером [Turner, 1784], болота не всегда ведут себя как «губка». Исследования показывают, что реки, на водосборах которых располагаются верховые болота, как правило, имеют гидрологический режим, в котором преобладают высокие пики половодья и дождевых паводков и прерывистый летний сток [Иванов, 1953, 1957, Price, 1992; Evans et al., 1999; Holden et al., 2003]. Причиной этого является то, что вода в торфяной залежи олиготрофных болот распределена таким образом, что в инертном горизонте хранится около 90% от общего объема воды, эта вода находится в связанном состоянии и практически не участвует в формировании стока с болот. Основная часть стока воды происходит из деятельного слоя и составляет не более 10% от общего объема воды, содержащейся в болоте. На большинстве олиготрофных болот уровень болотных вод находится в пределах 40 см от поверхности, по крайней мере, в течение 80% года [Иванов, 1953, 1957, Holden, 2005], при этом для значительного поднятия уровня болотных вод достаточно небольшого количества осадков. Быстрое поднятие уровня болотных вод приводит к «скатыванию» выпадающих осадков по поверхности болота и резкому увеличению объема воды, поступающего в водотоки, питающиеся болотными водами, что, в свою очередь, приводит к усилению последствий дождевых паводков и весеннего снеготаяния. И наоборот, в условиях недостаточного количества атмосферных осадков и высокого испарения, происходит понижение уровня болотных вод и сокращение стока с болот, вплоть до его полного прекращения.

Что касается меженного периода, исследования показывают [Иванов, 1953, 1957, Bullock, 2003], что сильно заболоченные бассейны рек характеризуется более низким меженным и минимальным стоком. Это обусловлено резким снижением фильтрационной способности торфяной залежи с глубиной, таким образом, при понижении уровня болотных вод сток с болот сокращается или же полностью прекращается. Однако некоторое увеличение речного стока может происходить, в случае, когда болота, питающие реку, имеют связь с подземными водами [Burt, 1995].

### 1.2.8 Исследования взаимосвязей водного и биохимического режимов

Болотные системы являются одним из важнейших элементов глобальных биогеохимических циклов углерода. Это делает изучение влияния температурного и гидрологического режимов на биогеохимические процессы в болотах одной из актуальных научных задач наших дней.

В условиях постоянного переувлажнения отдельные части болотных растений, завершая свой жизненный цикл, накапливаются в среде, где доступ кислорода ограничен, что существенно замедляет процессы их разложения. Поскольку виды растений-торфообразователей различаются по морфологическому строению и устойчивости к разложению, образующийся торф может иметь неоднородную структуру. Ботанический состав торфов и их возраст, а также степень увлажнения и периодический доступ кислорода играют определяющую роль в биохимических процессах, происходящих в верхнем горизонте торфяной залежи [Инишева и др., 2016].

Особенностью болотных массивов является незамкнутость круговорота вещества [Калюжный и др., 2012]. Болотная растительность поглощает углекислый газ из атмосферы, а медленные процессы разложения растительности и образования торфа сохраняют углерод в теле болота, тем самым изымая его из глобального круговорота. Однако вызванные потеплением климата, изменения температуры и влажности среды ускоряют процесс разложения органического вещества и способствуют увеличению продуцирования парниковых газов в атмосферу. Таким образом, одна и та же болотная система может являться как источником, так и поглотителем углерода в зависимости от климатических условий [Головацкая и др., 2012].

Основное количество  $\text{CO}_2$  образуется в поверхностном слое торфяной залежи из-за интенсивного разложения органики микроорганизмами в деятельном горизонте, где активность процессов дыхания и выделения углекислого газа максимальна. Главными факторами, контролирующими интенсивность выделения  $\text{CO}_2$  являются температура верхнего горизонта торфяной залежи и его увлажненность, зависящая от положения уровня болотных вод.

Стоит отметить, что некоторые исследования говорят о неоднозначном влиянии уровня болотных вод на эмиссию  $\text{CO}_2$  из верхнего горизонта торфяной залежи. Так, работы, выполненные на стационаре «Васюганье» [Головацкая и др., 2012], показали, что в сухие и умеренно влажные годы отмечалась отрицательная зависимость эмиссии  $\text{CO}_2$  от уровня болотных вод, тогда как в годы с высокими уровнями болотных вод – положительная.

В то же время снижение уровня болотных вод может вызывать увеличение продуктивности болотных экосистем и, как следствие увеличение поглощения CO<sub>2</sub> растительностью, так как увеличение зоны аэрации стимулирует рост корней.

### **1.2.9 Роль олиготрофных болот в цикле углерода**

Верховые болота являются глобально значимыми хранилищами углерода. Занимая около 3% площади суши, олиготрофные болота содержат около 600 гигатонн углерода [Yu Z. et al., 2010], и по мере обнаружения и картирования новых болот эта цифра уточняется в сторону увеличения. При этом считается, что наибольшее количество углерода содержится в болотах, расположенных на 50°–70° северной широты [Yu Z. et al., 2011]. Запас биогенного углерода в торфе болот и заболоченных землях России составляет 113,5 млрд тонн, что не менее 1/3 мировых запасов его в торфе [Вомперский, 1994].

Долгосрочная стабильность сохранности углерода в болотах зависит от медленной скорости разложения органических веществ в преимущественно бескислородных условиях [Helbig et al., 2020]. Повышение температуры воздуха, вызванное изменениями климата, приводит к ускорению процессов разложения торфа и нарушению гидрологического режима болот [Laine et al., 2021]. В следствии чего олиготрофные болота могут превращаться из поглотителя и хранилища углерода в его источник [Huang et al., 2021].

Исследования показывают, что снижение уровня болотных вод увеличивает доступ кислорода, ускоряя разложение органики и выделение CO<sub>2</sub>, в то время как высокий уровень воды создает анаэробные условия и способствует образованию метана [Evans et al., 2021; Tiemeyer et al., 2020]. Понимание гидрологических изменений под воздействием климата необходимо для прогнозирования роли болот в углеродном балансе.

### **1.3 Многолетние наблюдения на болотах России**

Долгосрочные наблюдения на болотах выполняются различными организациями, включая специализированные государственные, научные, образовательные или природоохранные учреждения. Они служат совершенно различными целями, таким как научные исследования, экспериментальные проекты, для сельскохозяйственных и лесохозяйственных нужд и т.д. В следующих разделах рассмотрены существующие в настоящее время и существовавшие ранее разновидности многолетних наблюдений на болотах России (рисунок 1.5, таблица А.2, Приложение 2).

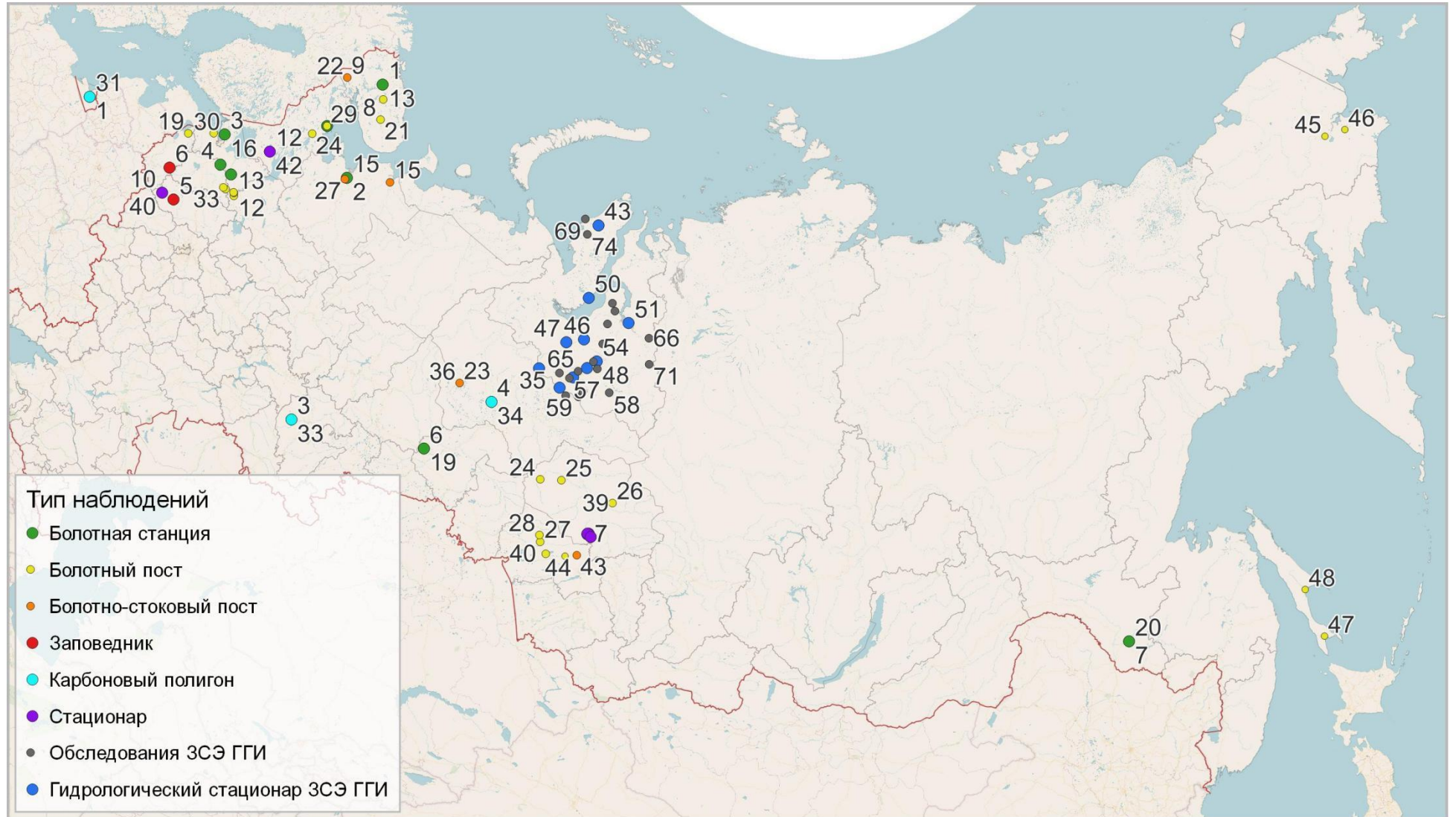


Рисунок 1.5 – Типы многолетних наблюдений на болотах Российской Федерации

### **1.3.1 Специализированная сеть болотных станций и постов**

В 1940-х годах в системе Госкомгидромета была создана специализированная сеть болотных станций и постов. Наблюдения выполнялись по единой методике [Наставление ..., 1972], полученные данные публиковались в единой форме (Материалы наблюдений болотных станций и постов).

На станциях выполнялись стандартные метеорологические наблюдения и наблюдения за элементами водного и теплового баланса болот, включая уровни болотных вод, сток с болот, испарение с различных типов болотных микроландшафтов, температуру торфяной залежи на разных глубинах, реакцию уровня болотных вод на выпадающие осадки, промерзание и оттаивание торфяной залежи, снежный покров, гидрохимические характеристики болотных водотоков и др.

К 1960 г. в стране работало 11 болотных станций, 8 из них на территории России, и 13 болотных постов. С 1987 года началось постепенное сокращение болотной сети. На сегодняшний день в России сохранилось две действующие болотные станции, ведущие наблюдения за водным режимом болот по программе Росгидромета: Зеленогорская полевая экспериментальная база или болотная станция Ламмин-Суо (ГГИ, Ленинградская область) и болотная станция Брусовица (СЗУГМС, Архангельская область).

### **1.3.2 Стационары Западно-Сибирской экспедиции ГГИ**

Первые исследования ГГИ полигональных и бугристых болот Западной Сибири были проведены в 1964 году в районе озера Нумто. Позднее в 1970–1980-е годы комплексное исследование болот в зоне многолетней мерзлоты было выполнено Западно-Сибирской экспедицией ГГИ (ЗСЭ). Для этого на 17 месторождениях были открыты стационары ЗСЭ, где велись наблюдения за составляющими водного и теплового режима болот, включая уровни болотных вод, испарение с поверхности болота, теплообмен в деятельном слое, промерзание и оттаивание и температура торфяной залежи [Новиков, 2009].

Активное изучение болот Западной Сибири было связано в первую очередь с набирающими темпы газо- и нефтедобывающими разработками. С 1980 года стационары начали постепенно закрывать. Последним, в 1996 году, был закрыт стационар на Харасавэйском месторождении. Результаты многолетних экспедиционных исследований изложены в монографии «Гидрология заболоченных территорий зоны многолетней мерзлоты Западной Сибири» [Новиков, 2009].

### 1.3.3 Болотные стационары

Болотные стационары можно разделить на две основные группы: экспериментальные и научные.

Целью создания экспериментальных болотных стационаров было изучение последствий мелиоративных работ. Подобные исследования активно проводились в 1970-80-х гг. на лесоболотных стационарах Киндасово (Карелия) и Западновинском (Тверская область).

Лесоболотный стационар Киндасово Института леса КарНЦ РАН располагается в Пряжинском районе, на левом берегу р. Шуи. Он был создан в 1970 г., занимает территорию площадью около 7000 га, где встречаются основные типы болот и заболоченных лесов Карелии [Кузнецов и др., 2006]. В начале 1970-х гг. в южной части стационара были проведены осушительные мелиоративные работы, при этом в северной части были сохранены естественные условия. В период 1970-80-х гг. проводились комплексные исследования болот и заболоченных лесов в естественных и подвергшихся осушению условиях. Исследования включали наблюдения за водным, тепловым, гидрохимическим режимом болот и болотных водосборов, изучение изменений состава растительных сообществ и почв, а также составляющих углеродного цикла.

Одной из важнейших целей деятельности стационара Киндасово являлась разработка научных основ планирования и проведения мелиорации, рационального использования и охраны лесоболотных экосистем Карелии [Кузнецов и др., 2006].

Подобные работы экспериментального осушения проводились также Западновинском лесоболотном стационаре Института лесоведения РАН (Тверская область) в 1972-1973 гг. Опытное осушение было проведено на территории 3000 га заболоченных лесов и болот [Вомперский и др., 1988]. В настоящее время изучение последствий мелиорации, проводившейся на Западновинском стационаре, и последовавшей за ней рост леса, продолжается, например в работе [Егоров и др., 2024].

Научные стационары с начала 1990-х годов в первую очередь заняты изучением циклауглерода. Так в это время в системе Большого Васюганского болота (Западная Сибирь) было открыто несколько стационаров для наблюдения за эмиссией парниковых газов. К ним относятся стационары «Васюганский» (СибНИИСХиТ СО РАСХН), «Самара» (СибНИИСХиТ СО РАСХН, ИМКЭС СО РАН), «Васюганье» (ИМКЭС СО РАН). На болотно-таежном стационаре «Плотниково» Института почвоведения и агрохимии СО РАН, открытом в 1970 г., измерения эмиссии парниковых газов ведутся с 1993 г. [Глаголев и др., 2006].

### 1.3.4 Карбоновые полигоны

В феврале 2021 года Министерство науки и высшего образования Российской Федерации приказом №74 от 5 февраля запустило проект по созданию на территории России карбоновых полигонов для разработки и испытаний технологий контроля углеродного баланса. Отчасти создание карбоновых полигонов в России было вызвано планами Евросоюза на введение углеродного налога на импортную продукцию с большими выбросами парниковых газов. Способностей болот поглощать углерод стало важным направлением исследований, поддерживаемое государством.

Карбоновые полигоны представляют собой одну или несколько площадок, с характерным для данного региона ландшафтом. Основной целью карбонового полигона является мониторинг потоков парниковых газов, включая углекислый газ  $\text{CO}_2$ , метан  $\text{CH}_4$ , закись азота  $\text{NO}$  и другие. Как правило наблюдения на карбоновых полигонах не ограничиваются измерениями потоков углерода. Помимо этого, в задачи полигонов входит разработка и испытание технологий измерения потоков различных форм углерода, образовательная деятельность и международное сотрудничество. Непосредственное участие университетов и исследовательских институтов в работе карбоновых полигонов приводит к расширению выполняющихся исследований, включая ботанические, гидрологические, гидрохимические и пр. измерения.

К настоящему времени на территории РФ действуют 19 карбоновых полигонов, расположенных в разных регионах России, на четырёх из них наблюдения проводятся на болотах: Мухрино, Росянка, Томский и Евразийский [<https://carbon-polygons.ru/>]. Полигоны Мухрино и Томский были созданы на базе уже существующих полевой станции Мухрино (ЮГУ) и стационаров «Плотниково» и «Васюганье» (ИМКЭС и СибНИИСХиТ).

Полевая станция «Мухрино» была создана в 2009 году и располагается в 30 км к юго-западу от г. Ханты-Мансийск, на левобережной террасе Иртыша. Оперативное управление станцией осуществляется Научно-образовательным центром «Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата» Югорского государственного университета.

С 2010 года на станции ведутся гидрометеорологические наблюдения. В 2015 году в грядово-мочажинном комплексе оборудована вихре-ковариационная система (Eddy Covariance) наблюдений за парниковыми газами ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ) и энергетическим балансом между поверхностью болота и приземным слоем атмосферы. С 2017 г. ведется автоматизированный мониторинг потоков углекислого газа в грядово-мочажинном комплексе [Лапшина и др., 2021].

Основная цель станции – изучение состава, строения и функционирования болотных экосистем в центральной части Западной Сибири в зоне средней тайги [Лапшина и др.,

2021]. Особенное внимание приводящихся здесь исследований направлено на изучение влияния климата на углеродный цикл, водный режим и биоразнообразие. «Мухрино» является экспериментальной площадкой для проведения многих российских и международных проектов, связанных с изучением разных аспектов болот.

### **1.3.5 Заповедники и природные парки**

Некоторые заповедники, на территории которых располагаются болота, проводят долгосрочные наблюдения за различными характеристиками, включая водный режим, ботанические описания, составляющие углеродного цикла и др. Самыми яркими примерами такого рода заповедников являются Центрально-Лесной и Полистовский.

В состав Центрально-Лесного государственного заповедника, открытого в 1931 году, входит верховое болото Старосельский Мох (Тверская область). С 1990-х гг. на болоте ведётся мониторинг, включающий наблюдения за уровнем болотных вод, физико-химическими характеристиками воды, динамикой высоты поверхности болота. С 2012 года на различных типах болотных микроландшафтов функционирует комплекс Eddy-covariance измеряющий основные метеорологические параметры и потоки метана и углерода [Сандлерский и др., 2016]. В 2023 г. на болоте проводятся комплексные исследования в рамках важнейшего инновационного проекта государственного значения «Единая национальная система мониторинга климатически активных веществ» [<https://staroselskymokh.ru/issledovaniya/>].

Полистовский государственный заповедник (Псковская область) расположен в западной части Полистово-Ловатской болотной системы, одной из крупнейших верховых болотных систем Европы, состоящей из 15 слившихся болотных массивов. Полистово-Ловатская система имеет насыщенную историю исследований. Первые исследования в данном районе были выполнены в 1909–1914 гг., под руководством В.Н. Сукачева. Советский период исследований был начат Герасимовым в 1928 г. и в последствии продолжен И.Д. Богдановской-Геенэф. Результатом многолетнего исследования стала публикация монографии «Закономерности формирования сфагновых болот верхового типа на примере Полистово-Ловатского болотного массива» [Богдановская-Геенэф, 1969]. Современный этап изучения болотной системы начался в 1990-е годы, когда был создан Полистовский заповедник, являющийся одновременно природоохранной территорией федерального значения и Федеральным государственным бюджетным учреждением. Помимо сохранения и восстановления уникального природного объекта, Полистовский заповедник осуществляет экологический мониторинг широкого сектора, в том числе за элементами гидроклиматического режима болотной системы.

## **Глава 2 Особенности многолетней динамики гидроклиматических характеристик болот**

Глобальные изменения климата подтверждаются данными Всемирной метеорологической организации, сообщающей в своих ежегодных отчётах об устойчивом росте температуре воздуха [<https://library.wmo.int>]. Согласно данным [Третий оценочный доклад, 2022], начиная с 1980 года, каждое новое десятилетие становится теплее предыдущего. В 2023 и 2024 годах были зафиксированы продолжительные периоды рекордно высоких глобальных среднесуточных температур воздуха [Ripple et al., 2024].

Устойчивый рост температуры воздуха оказывает влияние на формирование снежного покрова, испарение и сток рек [Третий оценочный доклад, 2022]. Потепление климата воздействует в том числе на водный режим верховых болот. Происходящие изменения могут оказывать влияние на роль болот в формировании стока малых водотоков, которые они питают.

Ключевым фактором, определяющим водный режим верховых болот, является соотношение приходной и расходной составляющих водного баланса. Уровень болотных вод, в свою очередь, служит интегральным индикатором этого соотношения. Динамика уровней болотных вод характеризует аккумуляционную составляющую водного режима, показывая изменение объёма воды в болотной системе. Изменения среднего многолетнего положения уровня болотных вод относительно поверхности болота приводят к смене растительности [Иванов, 1957; Романова, 1960], а также изменению свойств торфяной залежи, таких как плотность и коэффициент фильтрации [Романов, 1961; Иванов, 1975; Price, 2003; Калюжный, 2019; Лавров и др., 2020], что, в свою очередь, трансформирует сток с болот.

Для оценки влияния климатических изменений на водный режим верховых болот Северо-Западного региона РФ были изучены изменения климатических и гидрологических характеристик, измеряемых на верховых болотах. Анализ включал как среднегодовые, так и внутрigoдовые изменения параметров за многолетний период.

### **2.1 Объекты исследования**

В качестве объектов исследования были выбраны три верховых болота Северо-Западного региона РФ: Ламмин-Суо, Ларьянское, Иласское. На каждом из болот располагается болотная станция, входящая в сеть специализированных наблюдений Росгидромета (рисунок 2.1). На станциях проводились метеорологические измерения и

наблюдения за элементами водного режима болот, включая уровни болотных и грунтовых вод и сток с болот. Наблюдения проводились по единой методике [Наставление..., 1985; Наставление..., 1990]. Краткая информация о болотных станциях представлена в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Период наблюдений на болотных станциях

Болото	Болотная станция	Организация, выполняющая наблюдения	Период наблюдений
Иласское	Брусовица	Северное УГМС	1955–2024 гг. (данные доступны до 2020 г.)
Ламмин-Суо	Зеленогорская полевая экспериментальная база (Ламмин-Суо)	ГГИ	1950–2024 гг.
Ларьянское	Ларьянская	Северо-Западное УГМС	1956–2010 гг.

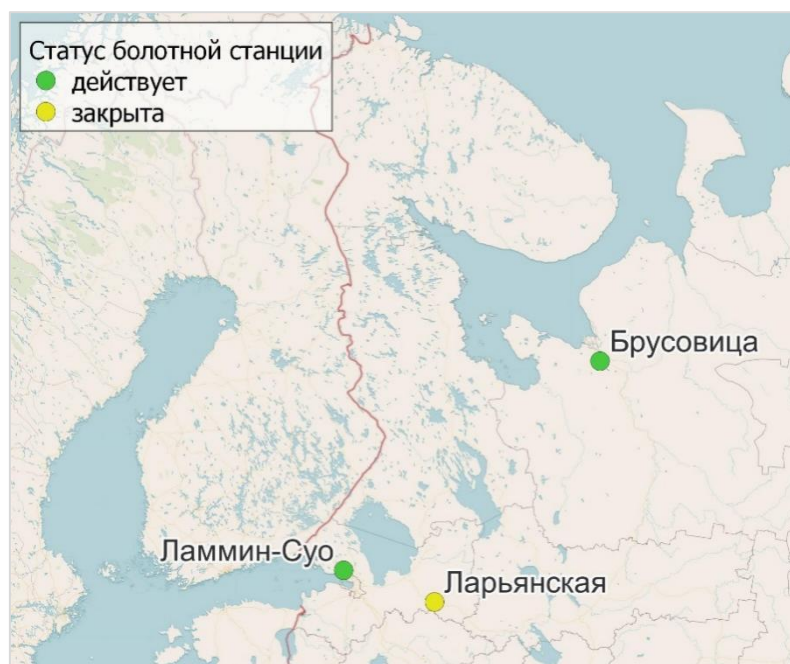


Рисунок 2.1 – Схема расположения болотных станций

### 2.1.1 Болото Иласское

Болотная станция Брусовица, болото Иласское (64.327566 с.ш., 40.597126 в.д.) располагается в Приморском районе Архангельской области. Болото является характерным для зоны верховых болот и представляет собой систему простых болотных массивов, находящихся на стадии плоско-выпуклых грядово-мочажинных болот с озерково-мочажинными комплексами в центральных частях. Площадь болота составляет 61 км<sup>2</sup>.

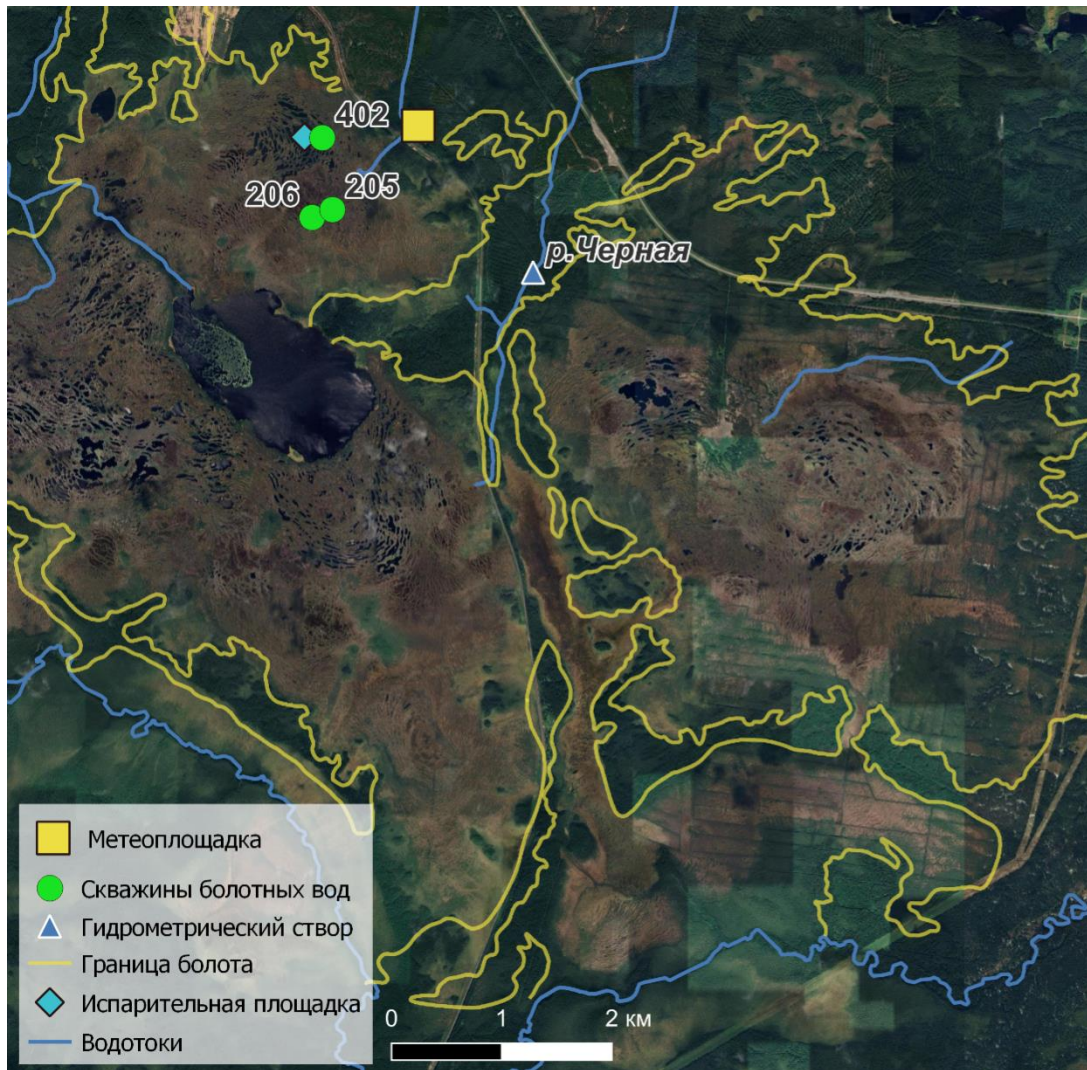


Рисунок 2.2 – Расположение метеорологической площадки, испарительной площадки, гидрометрического створа и скважин болотных вод на болоте Иласское

### 2.1.2 Болото Ларьянское

Болотная станция Ларьянская, болото Ларьянское (59.435531 с.ш., 33.602173 в.д.) располагается в Тихвинском районе Ленинградской области, в 12 км от г. Тихвин. В 2012 году станция была закрыта, архивные материалы наблюдений, выполнявшихся на станции, доступны до 2010 года. Площадь болота составляет 118 км<sup>2</sup>.

В период наблюдений на болоте Ларьянском велась торфодобыча, осуществлявшаяся предприятием «Ларьян». За 60-летний период работ было осушено более 60% площади болота. Северо-западный участок болота не был затронут торфодобычей, что позволило выбрать его для изучения изменения водного режима.

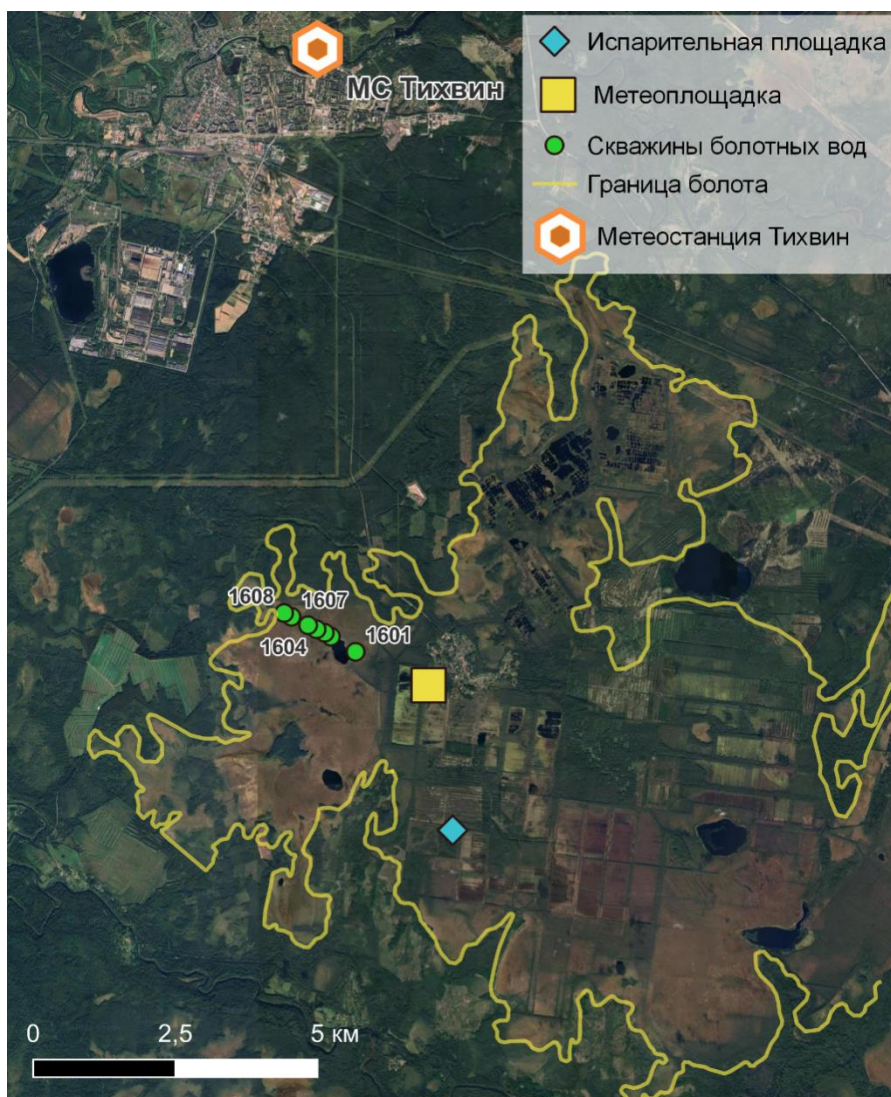


Рисунок 2.3 – Расположение метеорологической площадки, испарительной площадки и скважин болотных вод на болоте Ларьянское

### 2.1.3 Болото Ламмин-Суо

Зеленогорская экспериментальная полевая база, болото Ламмин-Суо (60.240762 с.ш., 29.820545 в.д.) располагается в 8 км северо-восточнее г. Зеленогорск, недалеко от побережья Финского залива. Является типичным представителем верховых болот Карельского перешейка. Расположено в межкамовой котловине, имеет выпуклую форму рельефа, с куполом, возвышающимся над окраинами. Площадь болота составляет около 2 км<sup>2</sup>.

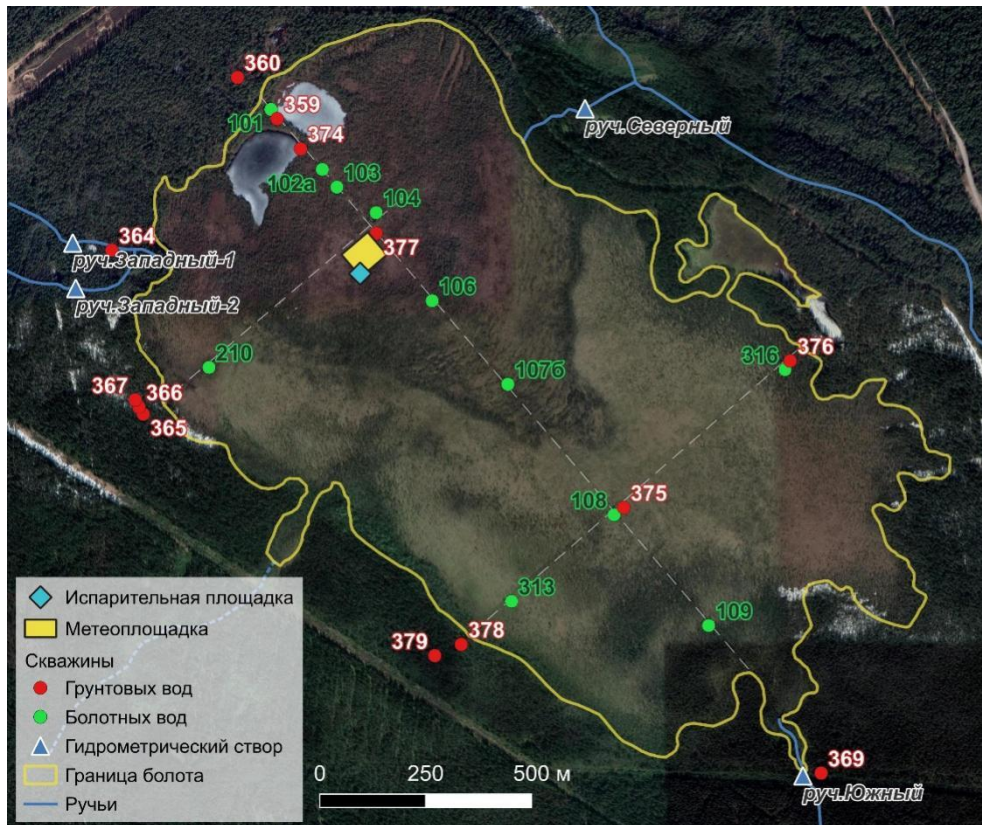


Рисунок 2.4 – Расположение метеорологической площадки, испарительной площадки, гидрометрических створов, скважин болотных и грунтовых вод на болоте Ламмин-Суо

#### 2.1.4 Исходные данные

Анализ многолетней изменчивости гидроклиматических характеристик верховых болот выполнен на основе данных наблюдений за уровнем болотных вод и стока с болот. Данные по стоку доступны для болот Иласское и Ламмин-Суо. (рисунки 2.2, 2.4). Используемые в работе метеорологические параметры измерялись либо на метеоплощадках, расположенных непосредственно на болотных массивах и прилегающем к ним суходоле, либо на близлежащих метеостанциях.

Данные наблюдений болотных станций были получены из опубликованных Материалов наблюдений болотных станций 1950–2020 гг. [Материалы наблюдений..., 1950–2010]. Помимо этого, были использованы неопубликованные материалы наблюдений, хранящиеся в архивах Северо-Западного УГМС и Государственного гидрологического института.

В случае болотной станции Ларьянская, которая была закрыта, для продления ряда метеорологических данных с 2011 года были использованы данные метеорологической станции Тихвин [[https://rp5.ru/Архив\\_погоды\\_в\\_Тихвине](https://rp5.ru/Архив_погоды_в_Тихвине)], расположенной в 11 км к северо-западу от болота Ларьянское. Анализ параллельных наблюдений, проводившихся на

болотной станции Ларьянская и метеорологической станции Тихвин за период 2005-2010 гг. показал, что коэффициент корреляции для температуры воздуха составляет 1,00, для атмосферных осадков – 0,91, что позволило определить статистическую связь как надежную и использовать данные метеостанции Тихвин для продления ряда данных температуры и осадков до 2024 года.

Испарительная площадка для наблюдения за испарением с поверхности воды в 2011 году была перенесена с болота Ларьянского на метеорологическую станцию Тихвин. Подробнее об использовании данных испарения см. раздел «2.2.4 Испарение».

Метеорологические измерения выполнялись по стандартной программе наблюдений [Наставление..., 1985]. Гидрологические измерения проводились в соответствии с [Наставление..., 1990]. Измерение уровней болотных и грунтовых вод проводилось в соответствии с [Наставление..., 1990].

На ручьях, вытекающих с болот Иласское и Ламмин-Суо расход воды в ручьях определялся по кривой связи расхода от уровня (Q/H). Уровень воды в ручьях измерялся самописцами (ГР-38 и «Валдай»).

С болота Ламмин-Суо вытекает четыре ручья: Западный 1 и 2, Северный и Южный. Наибольшую площадь водосбора (1.18 км<sup>2</sup>) имеет ручей Южный, через который проходит порядка 2/3 общего стока с болота. Среднемесячный и среднегодовой расходы воды рассчитаны по обобщённым данным измерений, выполняющихся на четырех ручьях, вытекающих с болота.

Сток с болота Иласского измерялся на р. Черная. Площадь водосбора составляет 8.64 км<sup>2</sup>. Гидрометрический пост на которой расположен в 0.3 км от окраины болота. Анализ многолетней изменчивости гидроклиматических характеристик состоял из четырех этапов.

1. Определение базового<sup>1</sup> и современного периодов по данным температуры воздуха для каждого из исследуемых болот.
2. Определение изменения внутригодового распределения гидроклиматических характеристик на основе выделенных базового и современного периодов, а также сравнение двух периодов для каждого отдельно взятого болота. Характеристики включали среднемесячные значения (температура воздуха, уровни болотных и грунтовых вод, расход воды), суммарные значения по месяцам (атмосферные осадки, испарение), сезонные значения (промерзание торфяной залежи, высота снежного покрова). Данная часть анализа

---

<sup>1</sup> Под базовым (квазистационарным) периодом понимается отрезок времени, на котором систему с медленно меняющимися параметрами можно с приближением считать находящейся в стационарном (установившемся) состоянии.

направлена на выявление изменений гидроклиматических характеристик каждого болота в отдельности на основе выделенных для него климатических периодов.

3. Оценка многолетних изменений гидроклиматических характеристик для каждого из трех болот и проведение сравнительного анализа для рассматриваемых районов. Данная часть анализа проведена для объективного сравнения гидроклиматических характеристик за совместный период наблюдений между тремя болотами, расположенными в разных районах.

4. Сравнительный анализ изменения стока с болот разных районов (на примере болот Ламмин-Суо и Иласское).

## **2.2 Климатические характеристики районов расположения болот**

Основные климатические характеристики, оказывающие влияние на водный режим болот, включают температуру воздуха, влажность воздуха и атмосферные осадки. В современных климатических условиях температура воздуха, характеризующаяся наиболее значимым и устойчивым ростом, является ключевым индикатором происходящих изменений. В то же время изменения атмосферных осадков и влажности воздуха, не всегда бывают ярко выражены и больше влияют на водный режим в краткосрочной перспективе. При рассмотрении долгосрочных периодов (более 30 лет) именно температура воздуха является наиболее существенным фактором, определяющим трансформацию медленно происходящих гидрологических процессов [Третий оценочный доклад, 2022].

Так, исследование многолетних изменений стока рек РФ [Шикломанов и др., 2007] показало, что повышение температуры воздуха, особенно в зимний период, играет ведущую роль в происходящей трансформации водного режима рек России, выражающейся в изменении структуры питания и увеличении естественной зарегулированности стока.

В гидрологических исследованиях при анализе долгосрочных наблюдений для выделения временных периодов (базового и современного) в качестве определяющего фактора, оказывающего влияние на гидрологические процессы, как правило, используется температура воздуха [Научно-прикладной справочник, 2021 (а); Научно-прикладной справочник, 2021 (б)].

В данной работе был применён подход выделения квазистационарных периодов на основе анализа многолетних рядов данных температуры воздуха. Под базовым (квазистационарным) периодом понимается отрезок времени, на котором систему с медленно меняющимися параметрами можно с приближением считать находящейся в стационарном (установившемся) состоянии. В соответствии с терминологией, принятой в гидрологической литературе, посвященной анализу многолетних изменений, будем

обозначать выделенные климатические периоды как базовый (референтный) и современный.

### 2.2.1 Определение границ климатических периодов по температуре воздуха

Для определения базового и современного климатического периодов по многолетним рядам температуры воздуха были применены статистические методы поиска точки перелома. Точка перелома (точка изменений) во временном ряду соответствует дате, когда произошло нарушение однородности ряда [Болгов и др., 2022], что означает изменение процессов, определяющих поведение временного ряда данных, повлекшее за собой значительное изменение во временном ряду данных.

Для определения точек перелома были применены три метода: стандартный тест на нормальную однородность (SNHT) [Alexandersson, 1979], тест Петтитта [Pettitt, 1979], тест Буйшанда [Buishand, 1982]. Достоверной считалась точка перелома, дата наступления которой была получена по двум или трём методам, в соответствии с подходом Вейнгарда [Wijngaard et al., 2002].

Для каждой из трёх болотных станций было выявлено по одной точке перелома, разделившей ряды наблюдений на два периода (таблица 2.2).

Для болот Ленинградской области даты точек перелома оказались близки: 1987 год для Ларьянского и 1986 год для Ламмин-Суо. В то же время для Иласского болота, расположенного значительно севернее в Архангельской области, точка перелома была зафиксирована на 15 лет позже — в 2002 году.

Таблица 2.2 – Базовый и современный климатический периоды, полученные по среднегодовым значениям температуры воздуха

Болото	Точка перелома, год	Базовый (референтный) период	Современный климатический период
Иласское	2002	1955–2002	2003–2020
Ларьянское	1987	1956–1987	1988–2024
Ламмин-Суо	1986	1952–1986	1987–2024

Дальнейший анализ изменения климатических и гидрологических характеристик на каждом из трех болот выполнялся на основе выделенных периодов.

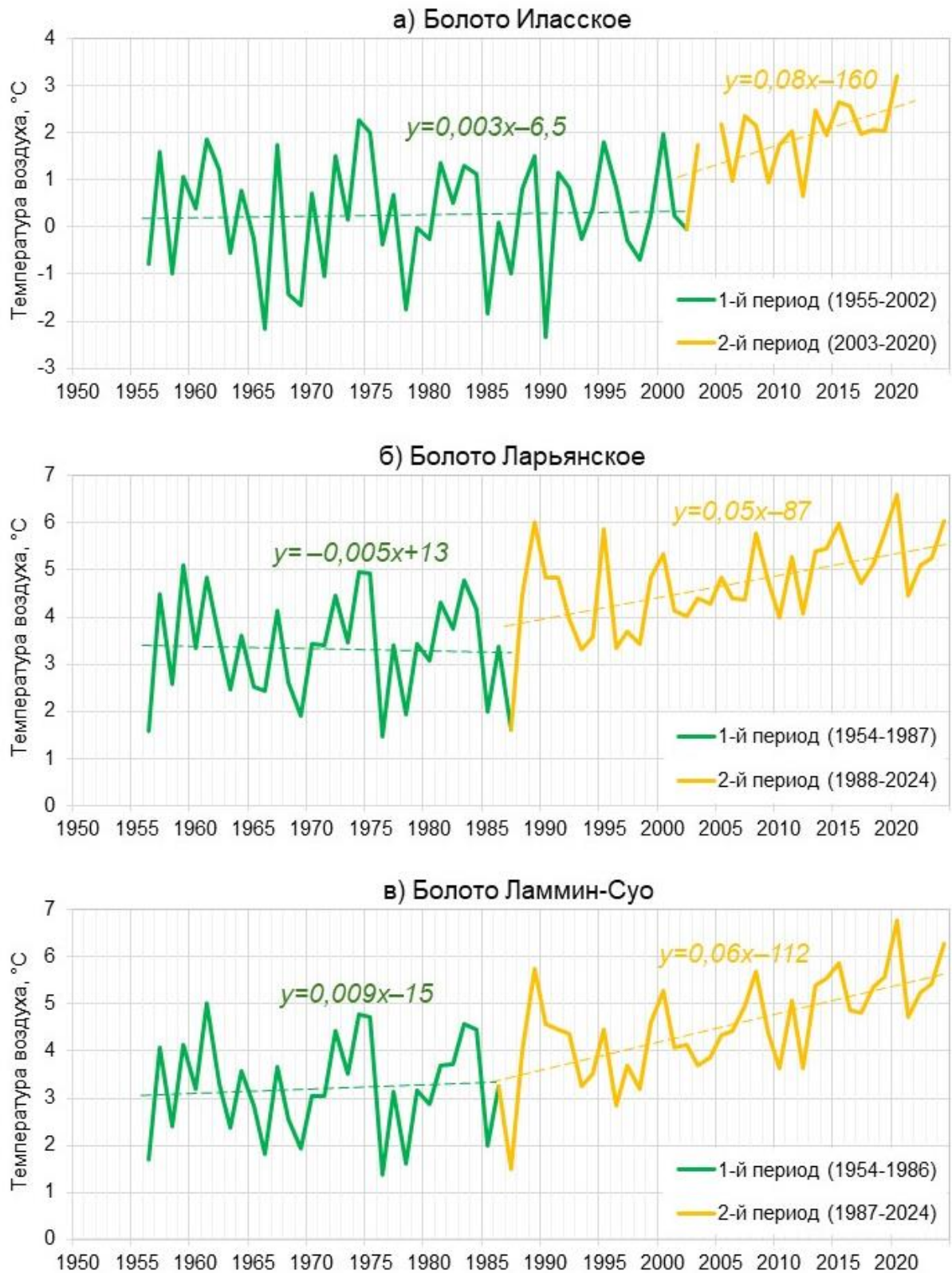


Рисунок 2.5 – Среднегодовая температура воздуха на болотах Иласское (а), Ларьянское (б) и Ламмин-Суо (в) (штрихом показан линейный тренд для выделенных периодов)

### 2.2.2 Температура воздуха

Для каждого из трех рассматриваемых болот отмечается рост среднегодовой температуры воздуха в современном климатическом периоде (рисунок 2.5). Наибольший рост температуры воздуха отмечается на болоте Иласском, где она повысилась на  $1,8^{\circ}\text{C}$ . На болоте Ларьянское температура выросла на  $1,4^{\circ}\text{C}$ , на болоте Ламмин-Суо на  $1,3^{\circ}\text{C}$ .

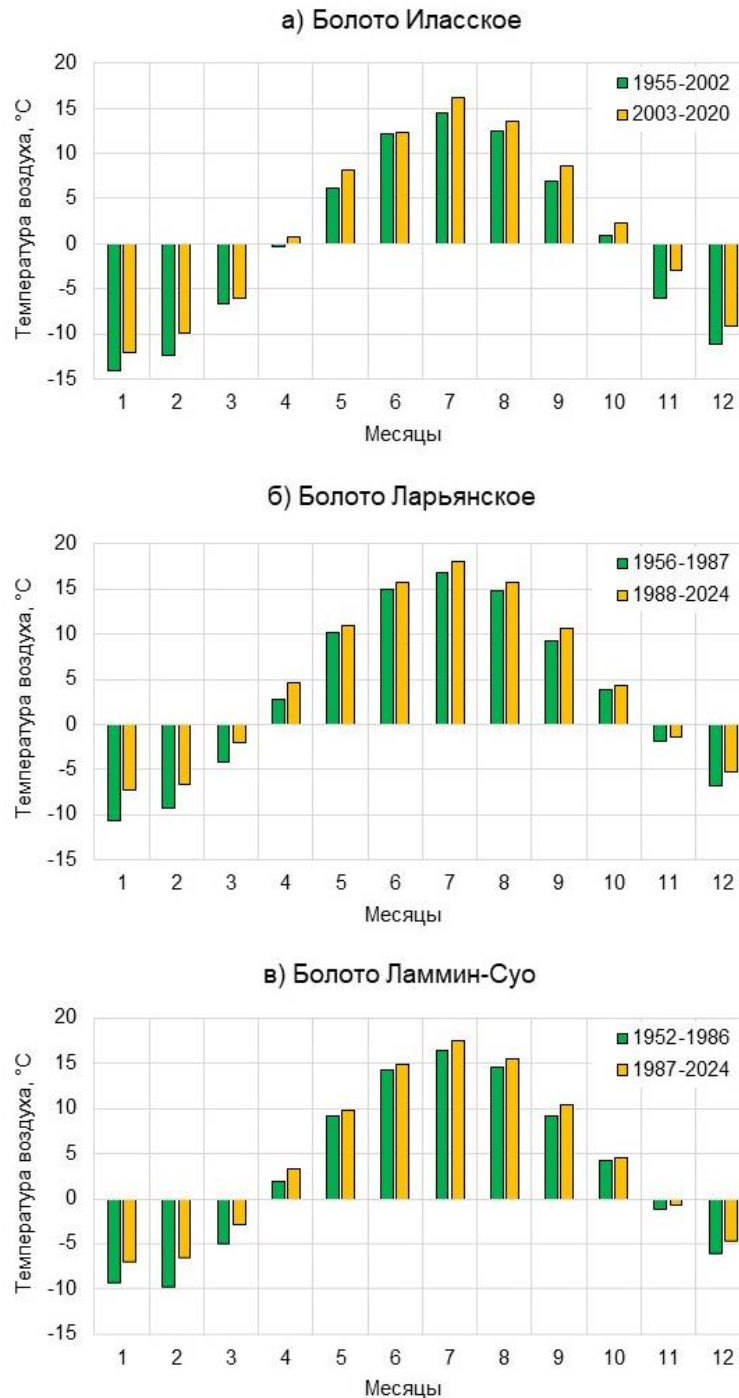


Рисунок 2.6 – Внутригодовое распределение среднемесячных температур воздуха для выделенных периодов на болотах

Сравнение внутригодового распределения температуры воздуха по периодам (рисунок 2.6, приложение Б, таблица Б.4), показало, что наибольший рост произошёл на болоте Иласском в ноябре (+3,1°C) и феврале (+2,6°C). На болотах Ленинградской области наибольший рост температуры воздуха отмечается в начале года, в январе–марте на болоте Ларьянское (от +2,2 до +3,4°C) и болоте Ламмин-Суо (от +2,2 до +3,3°C).

Рассмотрим многолетнюю динамику температуры воздуха за десятилетние периоды для трех болот (таблица 2.3). Первые три десятилетия (1960-1999 гг.) характеризуются незначительным и неустойчивым ростом. Средний прирост температуры составил от +0.17°C до +0.37°C за десятилетие. На болоте Иласском, расположенном севернее, в 1990-е годы даже наблюдалось небольшое похолодание (-0.2°C) относительно 1980-х. С начала 2000-х годов на трех болотах отмечается интенсивный рост температуры воздуха, средний прирост по всем болотам составил +0.7°C за десятилетие, что более чем в 3 раза превышает темпы предыдущих 30 лет. При этом на болоте Иласском скачок температуры в 2000–2009 гг. был наиболее выраженным и составил +1.1°C за десятилетие.

Таблица 2.3 – Средняя температура воздуха за десятилетние периоды, °C

Период	Месяц												Ср. год.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Болото Иласское													
1960-1969	-16.3	-13.7	-8.5	-0.2	6.4	11.7	15.1	13.1	7.2	1.2	-5.1	-11.2	0.0
1970-1979	-13.7	-13.4	-5.7	-0.7	6.1	11.9	15.7	12.6	7.2	-0.1	-5.3	-9.6	0.4
1980-1989	-15.0	-12.3	-5.8	-0.2	7.0	13.2	13.6	12.1	7.4	1.8	-5.9	-12.0	0.4
1990-1999	-12.8	-11.1	-5.5	-0.1	5.5	11.7	13.0	12.1	6.1	1.0	-7.4	-9.6	0.2
2000-2009	-11.8	-11.7	-6.5	1.0	6.9	12.2	16.5	12.8	8.2	2.1	-4.4	-9.1	1.3
2010-2019	-12.9	-8.8	-6.2	1.1	8.7	12.6	16.4	13.6	8.6	1.8	-3.5	-7.7	2.0
Болото Ларьянское													
1960-1969	-12.2	-9.8	-5.1	2.8	10.5	15.0	16.5	15.1	9.7	4.4	-2.0	-7.0	3.1
1970-1979	-10.2	-8.8	-2.8	2.9	10.3	14.9	17.2	14.8	9.2	2.6	-1.4	-6.7	3.5
1980-1989	-9.8	-9.0	-3.3	3.7	11.2	15.4	17.0	14.7	9.7	4.9	-2.4	-7.0	3.8
1990-1999	-6.9	-7.0	-2.2	4.2	9.9	15.8	16.9	14.9	9.6	4.0	-3.6	-6.0	4.2
2000-2009	-6.9	-7.8	-2.5	5.0	10.8	14.5	18.3	15.7	10.7	3.8	-0.8	-5.3	4.6
2010-2019	-8.8	-6.4	-2.5	4.6	12.2	15.6	18.5	16.3	11.1	4.3	0.0	-3.6	5.1
Болото Ламмин-Суо													
1960-1969	-11.0	-9.7	-5.7	2.1	9.3	14.4	16.0	14.6	9.6	4.6	-1.3	-6.4	3.0
1970-1979	-9.2	-9.2	-3.5	1.7	9.3	14.2	16.5	14.5	8.9	2.9	-0.9	-5.8	3.3
1980-1989	-9.4	-9.2	-3.8	3.2	10.0	14.6	16.7	14.4	9.5	5.0	-1.4	-6.6	3.6
1990-1999	-6.3	-7.2	-2.9	2.9	8.8	14.7	16.5	14.8	9.4	4.0	-2.5	-5.3	3.9
2000-2009	-6.6	-7.3	-3.5	3.5	9.8	14.0	17.9	15.8	10.5	4.7	-0.4	-4.6	4.5
2010-2019	-8.5	-6.3	-2.6	3.6	11.0	14.9	18.1	16.1	11.2	4.4	0.7	-2.9	5.0

Во внутригодовом распределении наибольший рост температуры воздуха (до 4°С на болоте Иласском) произошел в зимние (декабрь–февраль) и весенние (март, апрель) месяцы. Летние месяцы (июнь–август) также стали теплее, но рост менее выражен (на 1–3°С).

Полученные результаты подтверждают значительные изменения климата в Северо-Западном регионе за последние 60 лет. Потепление носит выраженный сезонный характер, с максимальной интенсивностью в холодный период года, что характерно для процессов, связанных с изменением климата в северных широтах.

### 2.2.3 Атмосферные осадки

В отличие от температуры воздуха, осадки не демонстрируют однозначного тренда роста или снижения для всех трёх болот одновременно (рисунок 2.7). Отсутствие однородного изменения режима увлажнения указывает на сложность гидроклиматических процессов и влияние местных факторов на перераспределение осадков на фоне глобального потепления.

Анализ многолетней динамики за десятилетние периоды для трех болот (таблица 2.4), показал, что на болоте Иласском суммы годовых осадков изменялись в узком диапазоне 654–725 мм без выраженного долгосрочного тренда. Последние 30 лет, с 1990-х, наблюдается очень слабый рост осадков (от 709 до 725 мм), но он статистически малозначим на фоне междекадных колебаний.

На болоте Ларьянском пик годовых осадков пришелся на 1980-е года, последовавший за спадом в 1970-х гг. Начиная с 1990-х годов для болота Ларьянское отмечается устойчивое увеличение годовых сумм осадков: 691 мм (1990–1999 гг.), 736 мм (2000–2009 гг.), 787 мм (2010–2019 гг.). Период 2000–2019 гг. – самый влажный за всю историю наблюдений на этом болоте.

На болоте Ламмин-Суо отмечаются наибольшие и самые резкие колебания средних за десятилетия годовых сумм осадков (от 786 до 977 мм). Также как и на болоте Ларьянском, здесь наибольшее количество осадков наблюдалось в 1980-е годы (977 мм – абсолютный максимум для всех рассматриваемых болот и периодов), после которого произошёл спад. Однако в последние два десятилетия (2000–2019) намечается тенденция к повторному росту осадков от 874 мм (2000–2009 гг.) до 941 мм (2009–2019 гг.).

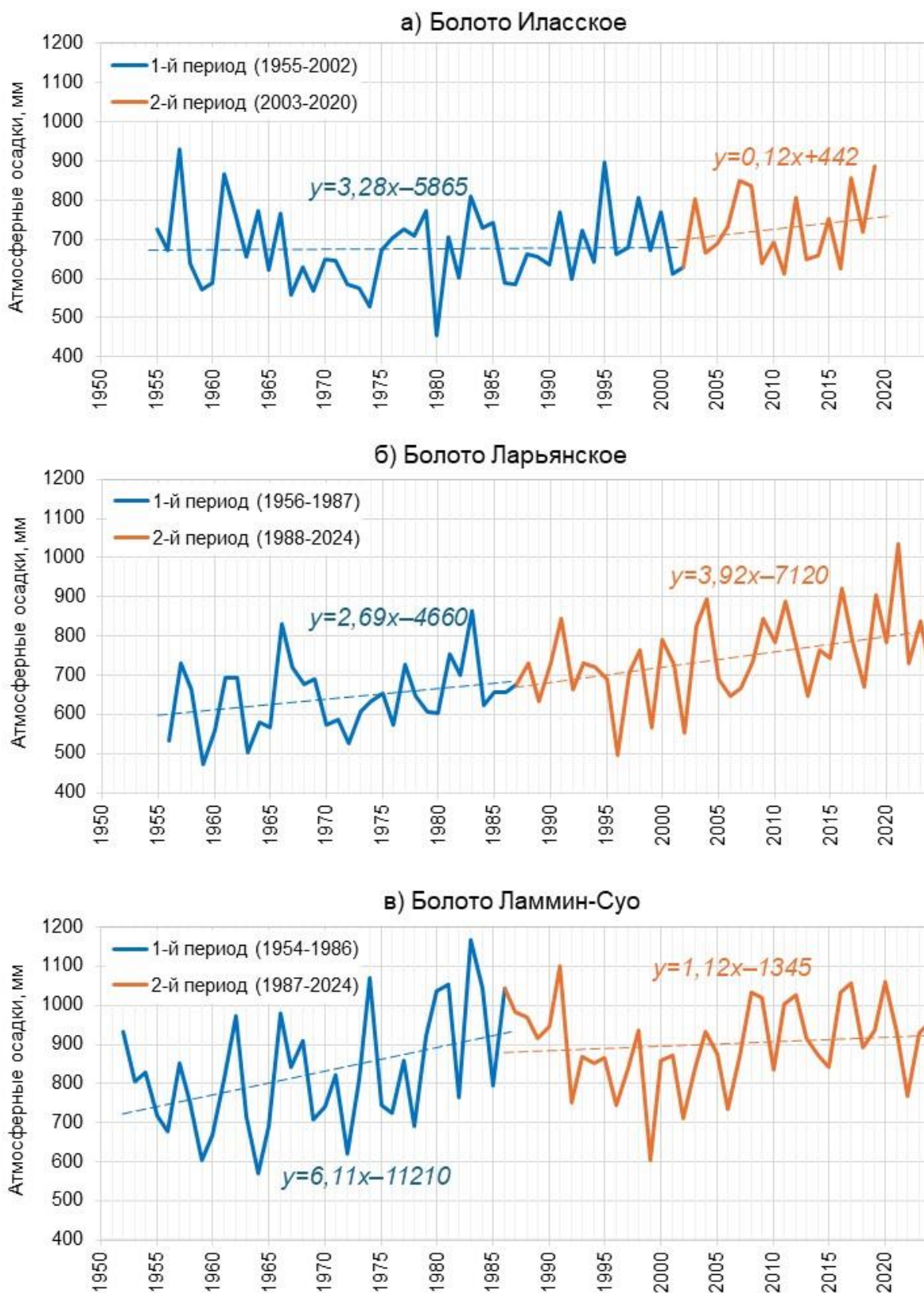


Рисунок 2.7 – Динамика годовой суммы осадков на болотах  
(штрихом показан линейный тренд для выделенных периодов)

Таблица 2.4 – Средние суммы атмосферных осадков за десятилетние периоды для болот Иласское, Ларьянское, Ламмин-Суо, мм

Период	Месяц												Σ год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Болото Иласское													
1960-1969	40	33	36	35	45	67	70	77	80	74	64	57	678
1970-1979	42	32	36	44	43	63	60	84	67	74	64	48	656
1980-1989	44	37	29	37	43	59	68	76	64	71	64	62	654
1990-1999	48	37	43	42	48	82	75	79	63	76	60	54	709
2000-2009	49	37	41	27	81	64	84	80	69	77	63	51	723
2010-2019	49	37	36	39	43	75	77	107	69	74	62	59	725
Болото Ларьянское													
1960-1969	37	26	42	42	57	65	71	70	67	72	55	46	651
1970-1979	30	28	33	51	38	63	81	61	66	59	62	42	613
1980-1989	44	25	30	27	50	75	84	84	75	77	59	60	689
1990-1999	56	39	43	40	58	64	70	79	63	66	61	53	691
2000-2009	52	40	39	43	54	79	81	82	59	75	68	64	736
2010-2019	56	41	40	41	64	84	98	89	71	65	73	67	787
Болото Ламмин-Суо													
1960-1969	49	42	44	40	44	60	89	92	92	95	75	64	786
1970-1979	51	39	50	54	32	52	83	73	92	81	111	81	800
1980-1989	68	42	52	33	51	70	104	121	123	111	99	102	977
1990-1999	83	69	60	38	58	68	75	76	67	90	83	82	850
2000-2009	75	52	49	36	55	87	91	90	65	109	88	78	874
2010-2019	70	58	46	47	63	67	90	116	99	94	90	100	941

На всех трех болотах наблюдается стабильный рост или сохранение высоких норм зимних осадков начиная с 2000-х годов. Для болот Ларьянское и Ламмин-Суо значительный рост отмечается в декабре и январе. Для весеннего периода четкой тенденции не выявлено, режим осадков нестабилен и подвержен сильным колебаниям. Летний максимум осадков становится более выраженным, особенно в августе.

Сравнение по базовому и современному климатическому периодам (рисунок 2.7, приложение Б, таблица Б.5), показало, что для каждого из трёх болот отмечается неоднозначный характер внутригодовой изменчивости. В некоторые месяцы произошло увеличение сумм осадков, тогда как в другие – снижение. Сравнение выполнено методом вычитания сумм осадков первого периода из сумм осадков второго периода. Положительное значение означает, что количество осадков в современном периоде увеличилось, отрицательное значение показывает величину, на которую осадки сократились.

Для болот Ларьянское и Ламмин-Суо прослеживается схожий характер изменений внутригодового распределения осадков в современном периоде. Наибольший рост осадков отмечается в зимний период в январе и феврале, на болоте Ларьянское (+17 мм), на болоте Ламмин-Суо в январе (+17...+23 мм). В летний период наибольшее увеличение осадков по сравнению с базовым периодом наблюдается в августе +14 мм на болоте Ларьянское и

+12 мм на болоте Ламмин-Суо. После чего, в сентябре, следует уменьшение осадков, по сравнению с первым периодом, на 7 мм на болоте Ларьянском и на 13 мм на болоте Ламмин-Суо. Годовая сумма осадков в современном периоде увеличилась на 73 мм на болоте Ламмин-Суо и на 103 мм на болоте Ларьянском.

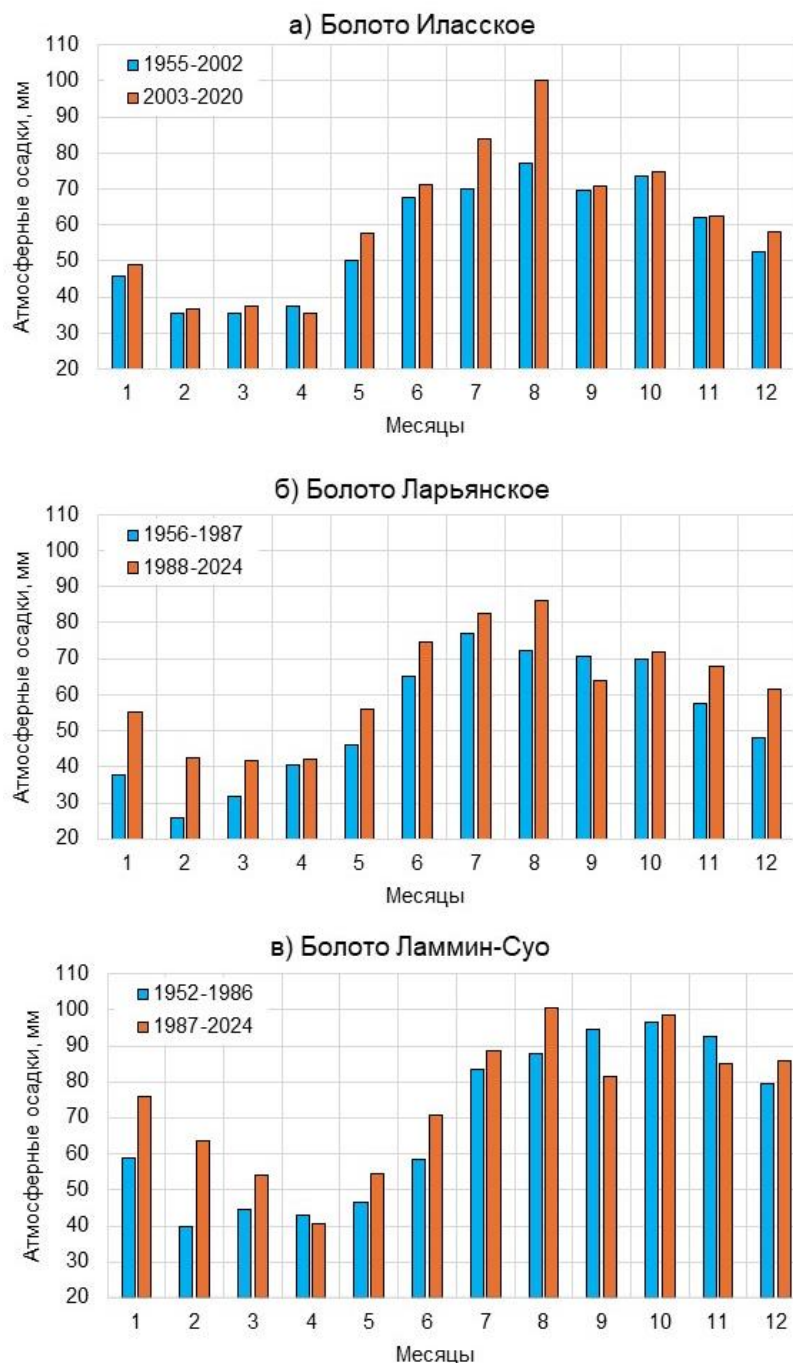


Рисунок 2.8 – Внутригодовое распределение месячных сумм атмосферных осадков на болотах для выделенных периодов)

Для болота Иласское небольшое снижение месячной суммы осадков в современном периоде (–2 мм) отмечено в апреле. Наибольший рост сумм месячных осадков наблюдался летом, в июле–августе и составил для второго периода +14 и +23 мм соответственно. Годовая сумма осадков по сравнению с базовым периодом выросла на 60 мм.

#### 2.2.4 Испарение

На болотных станциях измеряются два вида испарения:

- испарение с водной поверхности (испаритель ГГИ-3000) на болотах Иласское и Ларьянское;
- испарение с поверхности болота (испаритель ГГИ-Б-1000) на болотах Ламмин-Суо и Ларьянское.

Измерения проводятся с дискретностью один раз в десять дней.

Таблица 2.5 – Характеристика испарительных площадок

Болото	Вид испарения	Участок болота	Период наблюдения
Иласское	с поверхности воды	болотное озерко	1964–2020
Иласское	с поверхности болота	грядово-мочажинный комплекс	1958–1989
Иласское	с поверхности болота	грядово-озерковый комплекс	1961–1990
Ларьянское	с поверхности воды	осушенная часть болота	1974–2022*
Ларьянское	с поверхности болота	грядово-мочажинный комплекс	1974–1996
Ламмин-Суо	с поверхности болота	моховой микроландшафт	1956–2024

\* после закрытия болотной станции Ларьянская в 2010 году испарительная площадка перенесена на метеостанцию Тихвин (2011-2022гг.)

Наблюдения за испарением на шести испарительных площадках проводились в вегетационный период, как правило с конца апреля – начала мая по октябрь. Однако в зависимости от станции, а также в разные года, даты начала и завершения наблюдений могли отличаться. В связи с этим для анализа многолетних данных испарения, измеренного на испарительных площадках, был выбран летний период с 1 июня по 31 августа, за этот период было рассчитано суммарное испарение для каждого года, при наличии данных (рисунок 2.9).

Многолетние наблюдения за испарением в летний период показывают, что испарение с воды увеличилось на болоте Иласском и сократилось на болоте Ларьянском. Наиболее

продолжительный ряд наблюдений за испарением с поверхности болота на болоте Ламмин-Суо показывает нисходящий тренд.



Рисунок 2.9 – Суммарное измеренное испарение за летний период (июнь-август) с водной поверхности и поверхности болота

Для болот Иласское и Ларьянское ряды наблюдений за испарением с поверхности воды более продолжительны, чем за испарением с торфяной залежи. Для каждого из болот был выполнен расчет корреляции между рядами параллельных наблюдений за испарением с поверхности болота и с водной поверхности. Для болота Иласского коэффициент корреляции составил 0,90 для грядово-мочажинного комплекса (1964–1990 гг.) и 0,93 для грядово-озеркового комплекса (1964–1989 гг.). Для болота Ларьянского коэффициент корреляции между испарением с поверхности воды и испарением с поверхности болота на грядово-мочажинном комплексе составил 0,93 (1974–1996 гг.). Для каждого из трех болотных микроландшафтов статистическая связь была определена как надежная, что позволило применить уравнения регрессии для восстановления ряда данных.

Для периода года, когда наблюдения за испарением не проводились (с ноября по март-апрель) среднемесячные значения испарения были рассчитаны в соответствии с Рекомендациями по расчету испарения с поверхности суши [Рекомендации..., 1976], по формуле:

$$E = 0,37nd$$

где  $n$  – количество дней в месяце,  $d$  – дефицит влажности воздуха. В случае болота Иласского дефицит влажности был рассчитан по данным болотной станции (упругость водяного пара). В случае болота Ларьянского дефицит влажности рассчитан по данным болотной станции (упругость водяного пара), а для более позднего периода (2011–2024 гг.), когда болотная станция была закрыта, и по данным метеостанции Тихвин (относительная влажность воздуха).

На болоте Ларьянском наблюдения были прекращены в 2010 году. Испарительная площадка перенесена на метеорологическую станцию Тихвин, расположенную в 11 км от болота Ларьянское. За период 2011–2022 гг. испарение за вегетационный период с поверхности болота получено по уравнению связи между испарением с воды (метеостанция Тихвин) и испарением с поверхности болота.

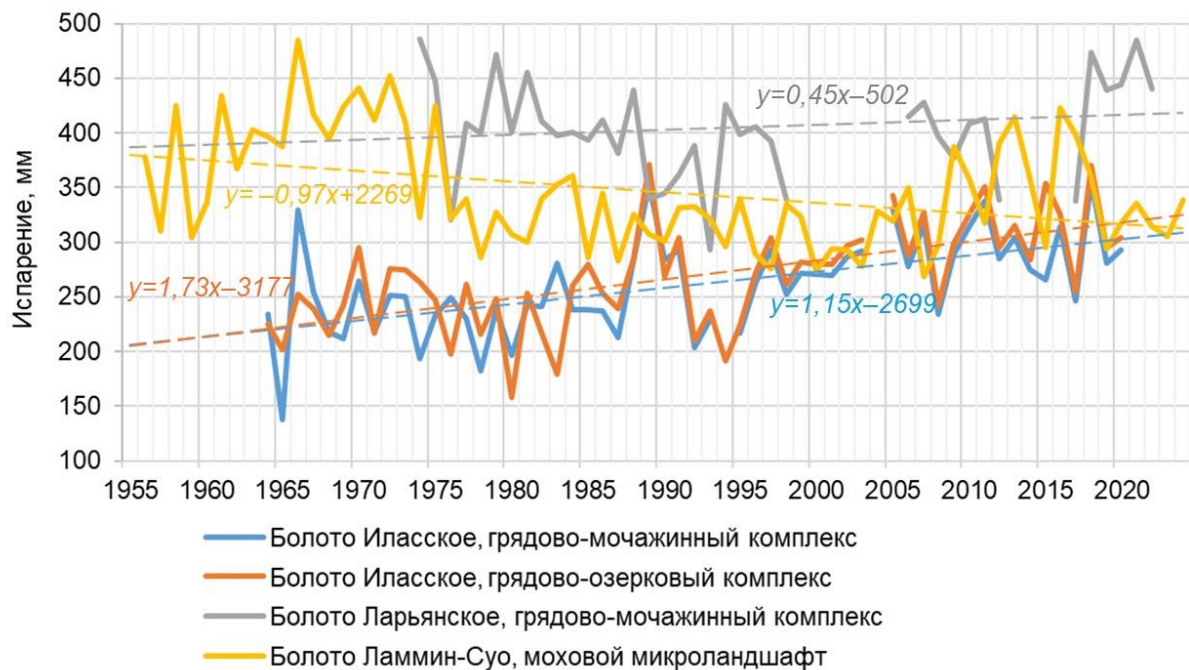


Рисунок 2.10 – Многолетняя динамика годового испарения с поверхности болот

Рассмотрим многолетнюю динамику испарения для трех болот (таблица 2.6). В течение года наибольшее испарение происходит в вегетационный период. На болоте Иласском наблюдается самый выраженный рост испарения в летний период, особенно в мае и июле. За 50-летний период испарение здесь выросло на 30%.

На болоте Ларьянское максимальное испарение наблюдалось в 1970-е годы, после чего последовало снижение. В 2010–2019 гг. среднее годовое испарение было на 13% ниже, чем в 1970-е годы.

На болоте Ламмин-Суо наибольшее испарение также наблюдалось в 1970-х годах, после чего последовал спад в 1980–1990-е годы. В 2010-е произошел заметный рост испарения (особенно в мае и августе). Усиление испарения в августе на болоте Ламмин-Суо коррелирует со смещением пика осадков на этот месяц.

Таблица 2.6 – Средняя месячная и годовая сумма испарения с болот за десятилетние периоды, мм

Период	Месяц												Σ год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Болото Иласское (грядово-озерковый комплекс)													
1970-1979	3	2	4	5	12	61	63	43	24	6	5	4	231
1980-1989	3	3	4	5	19	68	66	46	23	8	4	3	252
1990-1999	3	3	4	5	12	64	64	53	25	8	4	4	249
2000-2009	3	3	4	6	25	69	78	51	28	10	5	4	284
2010-2019	3	3	4	5	35	70	75	54	29	10	5	4	298
Болото Иласское (грядово-мочажинный комплекс)													
1970-1979	3	2	4	5	12	66	71	48	24	5	5	4	250
1980-1989	3	3	4	5	21	67	64	44	24	9	4	3	250
1990-1999	3	3	4	5	13	67	66	53	25	8	4	4	255
2000-2009	3	3	4	6	26	72	81	53	29	10	5	4	295
2010-2019	3	3	4	5	36	74	81	59	31	11	6	4	317
Болото Ларьянское (грядово-мочажинный комплекс)													
1974*-1979	2	3	11	21	83	100	89	67	41	19	5	6	448
1980-1989	2	4	10	26	71	86	86	61	31	18	5	2	403
1990-1999	2	3	11	26	63	84	83	61	34	12	3	1	383
2000-2009	6	6	16	35	74	80	74	58	33	10	7	7	404
2010-2019	5	6	15	37	66	74	73	59	31	11	7	6	390
Болото Ламмин-Суо (моховой микроландшафт)													
1970-1979	1	3	8	21	74	85	84	61	29	4	3	1	374
1980-1989	1	1	6	21	57	77	75	52	25	1	3	1	321
1990-1999	1	2	9	26	56	72	70	53	21	0	3	1	315
2000-2009	0	1	8	24	42	77	73	63	35	0	2	1	324
2010-2019	0	2	10	24	74	72	73	70	31	0	2	2	361

Повышение температуры воздуха, которое фиксируется на болотах как Архангельской, так Ленинградской областей, является фактором, содействующим увеличению испарения. Однако в зависимости от условий увлажненности и характера испаряющей поверхности результаты получаются разнонаправленными. Болото Ларьянское входит в фазу возрастающей нагрузки на водный баланс: рост температуры воздуха не компенсируется пропорциональным ростом осадков, что выражается в отсутствии роста испарения с поверхности болота. На болоте Иласском, напротив, рост осадков сопровождается увеличением испарения. Объяснением является то, что болото Иласское

отличается наличием более обводненных микроландшафтов – значительная площадь болота покрыта грядово-озерковыми комплексами, которые обладают большей испаряющей способностью, чем микроландшафты со сравнительно меньшей обводненностью, такие как грядово-мочажинные комплексы, преобладающие на исследуемом участке болота Ларьянское.

### 2.2.5 Снегонакопление и снеготаяние

Снежный покров является определяющим фактором формирования весеннего половодья на водотоках, вытекающих с верховых болот. Талые воды, образующиеся в период весеннего снеготаяния, восполняют потери влаги в деятельном слое болота и оказывают влияние на водный режим в летний период.

Повышение температуры воздуха в зимний период, повторяющиеся оттепели, увеличение жидких осадков вызывают сокращение снежного покрова на верховых болотах Северо-Запада РФ, что, в свою очередь, приводит к уменьшению стока с болот в период весеннего снеготаяния [Скороспехова и др., 2024]. Другим фактором изменений снежного покрова может являться смена болотных микроландшафтов, в том числе облесение болот. В последние десятилетия на верховых болотах северного полушария, в том числе на Северо-Западе России отмечается рост древесного яруса, приводящий к облесению болот. Причины облесения болот носят комплексный характер и включают в себя увеличение температуры воздуха, повышение испарения, в том числе эвапотранспирации [Новиков и др., 2019], изменение химического состава атмосферных осадков [Berg et al., 2009] и характера водного режима.

Для выявления изменений формирования снежного покрова верховых болот была проведена оценка изменений характеристик снегонакопления и снеготаяния на основе данных многолетних наблюдений на болоте Ламмин-Суо, выполнявшихся в период 1965–2024 гг. и включающих:

- наблюдения по стационарным снегомерным рейкам на болотной метеоплощадке (генетический центр болота), измерения проводились ежедневно с момента появления снежного покрова и до его полного исчезновения;

- снегомерные съёмки по закрепленным маршрутам, охватывающим основные болотные микроландшафты, а также прилегающий суходол, съёмки выполнялись в период максимального снегонакопления до начала весеннего снеготаяния.

Для более подробной оценки влияния различных групп болотных микроландшафтов на процессы снеготаяния в период весеннего снеготаяния 2023-2025 гг. на болоте Ламмин-

Суо были проведены дополнительные снегомерные съёмки на 7 болотных микроландшафтах.

Так как данные ежедневных наблюдений за снежным покровом на болоте Ламмин-Суо показали, что в период 1964–2024 гг. с декабря по март как правило наблюдался устойчивый снежный покров этот период был принят за зимний сезон, для которого в дальнейшем был выполнен анализ динамики метеорологических параметров.

В период 1965-1986 гг. преобладали холодные зимы, средняя температура воздуха зимнего периода составляла  $-7,5^{\circ}\text{C}$ . С середины 1980-х годов произошло постепенное повышение температуры воздуха, участились мягкие зимы, когда средняя температура превышала  $-5^{\circ}\text{C}$ . С начала 2000-х годов наблюдались аномально теплые зимы (рисунок 2.11), когда средняя температура воздуха зимнего периода составляла  $-1,6^{\circ}\text{C}$  (зима 2007–2008 гг.) и  $+0,2^{\circ}\text{C}$  (зима 2019–2020 гг.).

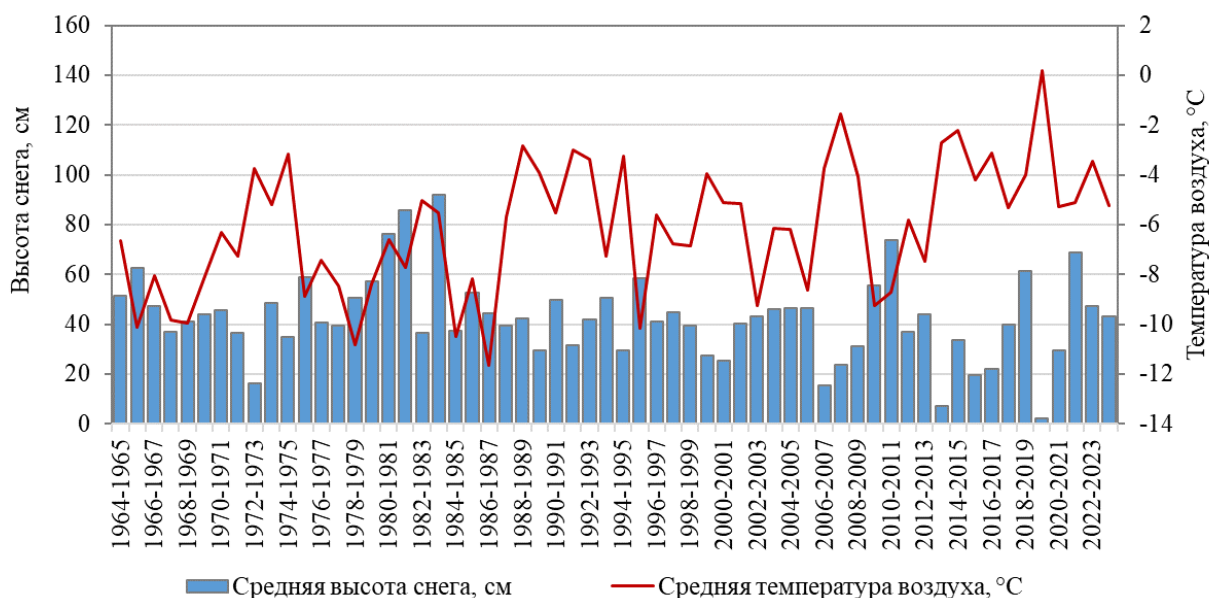


Рисунок 2.11 – Средние температура воздуха и максимальная высота снежного покрова за период с декабря по март на болоте Ламмин-Суо, 1965–2024 гг.

За весь период наблюдений отмечались холодные, но малоснежные зимы (например, 1984–1985,  $T_{\text{ср}} = -10,5^{\circ}\text{C}$ , средняя высота снега 37 см) и относительно тёплые снежные зимы (например, 1980–1981,  $T_{\text{ср}} = -6,6^{\circ}\text{C}$ , средняя высота снега 76 см).

Анализ по десятилетиям (таблица 2.7) показывает устойчивый рост температуры воздуха. Средняя температура зимнего периода в 2010–2019 гг. составила  $-2,2^{\circ}\text{C}$ , что на  $2,3^{\circ}\text{C}$  выше средней температуры воздуха, наблюдавшейся зимой 1970–1979 гг. Рост температуры воздуха в целом сопровождался сокращением высоты снежного покрова,

однако прямой связи между этими параметрами не наблюдается. Это связано с тем, что образование снежного покрова обусловлено не только с температурой воздуха, но и с количеством атмосферных осадков.

Таблица 2.7 – Средние значения максимальной высоты снега, температуры воздуха, осадков зимнего периода на болоте Ламмин-Суо

Период	Средняя высота снега, см	Средняя температура воздуха, °С	Средняя сумма осадков, мм	Твердые осадки, % от общей суммы
1964*–1969	36	-5.8	263	73
1970–1979	32	-4.5	333	49
1980–1989	40	-4.2	386	46
1990–1999	32	-3.7	364	53
2000–2009	29	-3.5	338	43
2010–2019	26	-2.2	381	42
2020–2024*	35	-2.5	370	39

Одновременно с ростом температуры воздуха наблюдается рост суммы атмосферных осадков (таблица 2.7). Высокое значение средней суммы осадков за период 1980–1989 гг. (386 мм) обусловлены аномально высокими осадками, выпавшими в зимний период 1981–1982 и 1983–1984 гг. соответственно. Отметим также, что рост зимних температур воздуха приводит к увеличению количества жидких осадков (рисунок 2.10). Так в период 2010–2019 гг. количество твердых осадков составило 39% от общего количества осадков, выпавших в период с декабря по март, тогда как в более ранний период 1970–1979 гг. твердые осадки составляли 49% от общего количества.

Таким образом, рост температуры воздуха и увеличение осадков, выпадающих в зимний период, приводят к сокращению снежного покрова на болотном массиве и ускоряют процесс снеготаяния при возникающих оттепелях.

Продолжительность устойчивого снежного покрова на болоте Ламмин-Суо была оценена по данным ежедневных наблюдений на метеорологической площадке, расположенной в генетическом центре болота. В 1964–2024 гг. устойчивый снежный покров на болоте как правило наблюдался в период с декабря по март (рисунок 2.12).

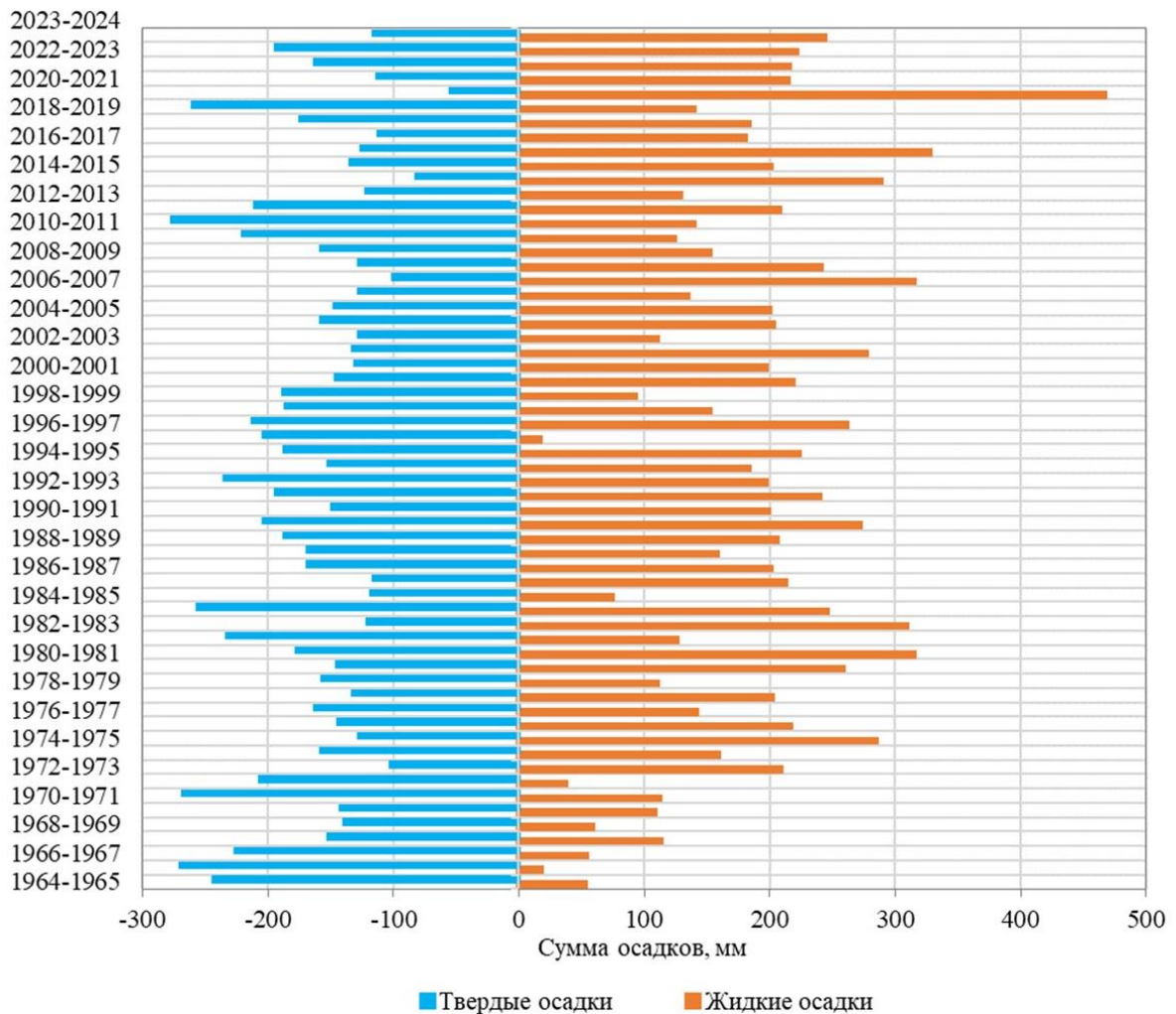


Рисунок 2.12 – Соотношение сумм твердых и жидких осадков, выпадавших в период с декабря по март, 1964-2024 гг.

По данным наблюдений за снежным покровом за 1964–2024 гг. рассматривались продолжительность наличия сплошного устойчивого снежного покрова, возникновение оттепелей, полный сход снега в зимний период и высота снега. На основе анализа этих характеристик были выделены следующие периоды:

*1965 г. – середина 1970-х годов:* стабильно снежные зимы, высокая продолжительность устойчивого снежного покрова, небольшое количество оттепелей, средние и высокие значения высоты снега. Средняя высота снега составила 38 см.

*Середина 1970-х – середина 1980-х годов:* период максимумов, рекордные высоты снега (1980–1984 гг.), в отдельные годы отмечается рост неустойчивости снежного покрова. Средняя высота снега составила 50 см.

*Середина 1980-х – конец 1990-х годов:* умеренно снежный, но изменчивый период. Значения высоты снега близки к средним, отмечается высокая межгодовая изменчивость. Средняя высота снега составила 37 см.

*2000-е – настоящее время:* период повышенной неустойчивости снежного покрова и аномалий. Участились как малоснежные и теплые зимы (зимы 2006–2007, 2013–2014, 2019–2020 гг.), при этом наблюдаются отдельные очень снежные сезоны (зимы 2009–2010, 2010–2011, 2021–2022 гг.). Рост числа зим с многократными оттепелями и сходами снега. Средняя высота снега составила 34 см.

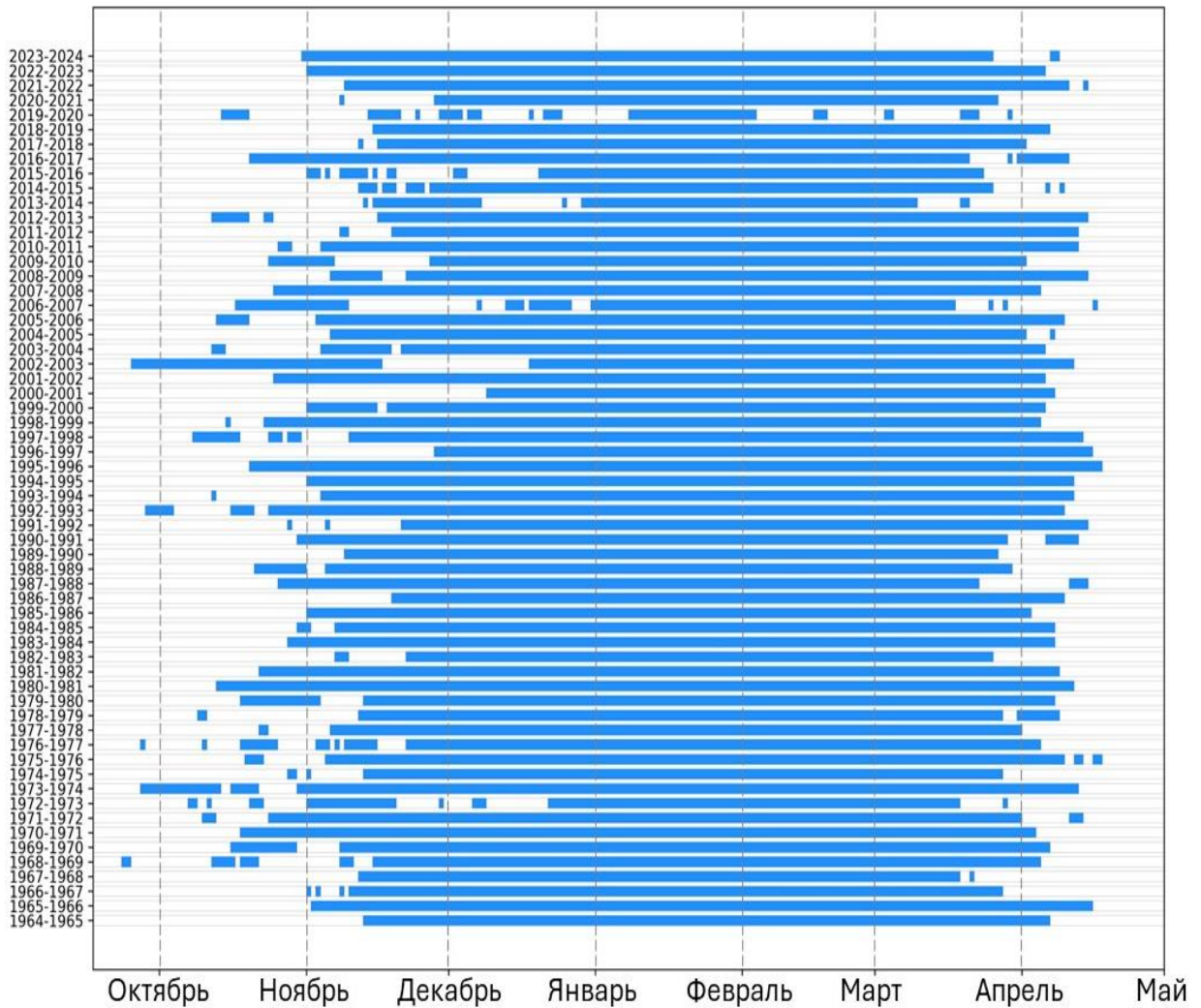


Рисунок 2.13 – Наличие сплошного снежного покрова в зимний период по данным снегомерных реек, болото Ламмин-Суо 1964–2024 гг.

Многолетние наблюдения за снежным покровом на болоте Ламмин-Суо демонстрируют смену режимов снежности с периодами порядка 10–15 лет.

С начала 2000-х годов отмечается значительное снижение устойчивости снежного покрова (рисунок 2.13). Зимы характеризуются частыми оттепелями, что соответствует тенденции роста зимних температур воздуха. Наиболее экстремальным в отношении снежного покрова стала зима 2019–2020 гг., когда средняя высота снега не превысила 5 см, а количество оттепелей с полным сходом снежного покрова составило 11 раз.

*Особенности снегонакопления на разных болотных микроландшафтах*

Геоботанические исследования, проводившиеся на болоте Ламмин-Суо показывают, что происходит смена болотных микроландшафтов (рисунок 2.14). Полученные результаты показали, что на болоте происходит увеличение лесных микроландшафтов, особенно выраженное на окрайках болота и в области облесенного кольца.

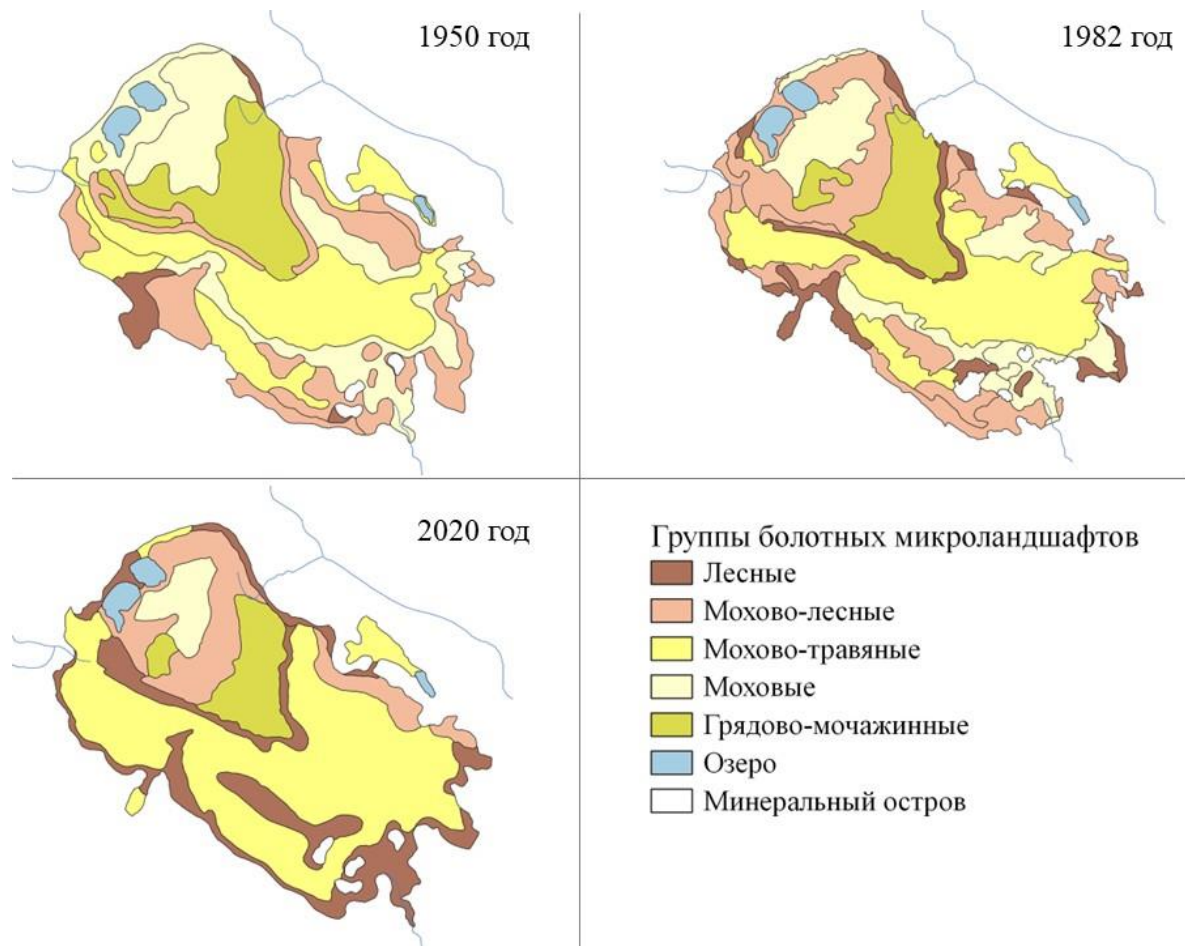


Рисунок 2.14 – Смена болотных микроландшафтов за период 1950–2020 гг. (по данным [Новиков и др., 2019; Материалы наблюдений..., 1950–2010])

За 70-летний период площадь микроландшафтов лесной группы увеличилась на 19% от общей площади болота (с 0.05 до 0.39 км<sup>2</sup>). Также произошло увеличение мохово-травяной группы на 20% (с 0.53 до 0.89 км<sup>2</sup>). В настоящий момент мохово-травяная группа является доминирующей на болоте и покрывает 49% от общей площади болота, занимая почти всю склоновую часть болотного массива Ламмин-Суо.

Каждая из групп болотных микроландшафтов характеризуется определенным составом растительных сообществ и характером микрорельефа, что может оказывать влияние на процессы снегонакопления и снеготаяния.

Для оценки особенностей снегонакопления на разных типах болотных микроландшафтов были проанализированы данные многолетних измерений максимального снегозапаса на болоте Ламмин-Суо.

На болотной станции ежегодно, перед началом весеннего снеготаяния, проводятся маршрутные снегомерные съемки для определения максимальных влагозапасов воды в снеге. Количество микроландшафтов, для которых приводятся данные в [Материалы наблюдений..., 1950–2010] и архивных материалах ГГИ, изменяются в различные годы от 5 до 10. Анализ многолетних данных позволил выделить 5 характерных участков, включая суходол и 4 болотных микроландшафта (моховой, мохово-травяной, грядово-мочажинный и мохово-лесной). Данные по суходолу объединяют в себе несколько маршрутов, проложенных на западном, восточном и северном склонах прилегающего к болоту леса.

Суходольные склоны характеризуются наименьшими средними значениями запасов воды в снеге (136 мм), что на 25–30 мм меньше, чем на болотных участках. Болотные микроландшафты имеют схожие между собой значения, средний максимальный запас воды в снеге изменяется от 170 мм на мохово-травяных микроландшафтах до 165 мм на грядово-мочажинных, моховых и мохово-лесных (рисунок 2.15). При этом грядово-мочажинный комплекс отличается наибольшей вариацией значений, что объясняется особенностями микрорельефа (чередованием гряд и мочажин).

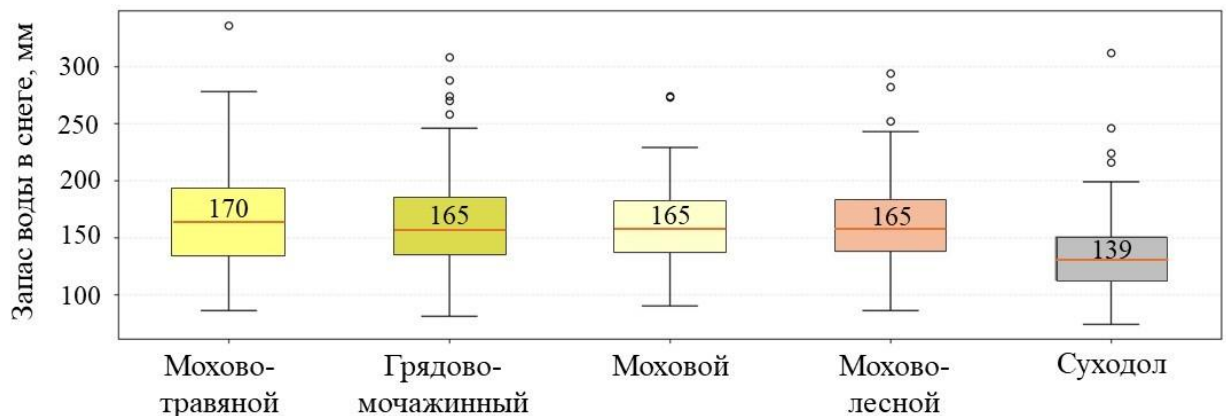


Рисунок 2.15 – Распределение среднего максимального запаса воды в снеге по группам болотных микроландшафтов и на прилегающем суходоле за период 1965–2024 гг.

При анализе данных наблюдений за максимальным запасом воды в снеге на разных типах микроландшафтов и суходоле необходимо учитывать, несколько факторов:

1. Результаты маршрутных снегомерных съемок могут объединять данные нескольких маршрутов, выполненных на однотипных микроландшафтах. При этом

процессы снегонакопления и снеготаяния на участках, для которых рассчитывается осредненное значение характеристик снежного покрова, могут отличаться.

2. В связи с происходящей сменой микроландшафтов периодически могло потребоваться изменение расположения снегомерных маршрутов или фиксация перехода микроландшафта в другую группу, и то и другое не всегда могло производиться своевременно.

3. Из данных многолетних наблюдений не всегда возможно установить расположение участка, на котором производилась снегомерная съемка, что осложняет анализ пространственной неоднородности распределения снежного покрова.

4. На болоте Ламмин-Суо отсутствует продолжительный ряд наблюдения на микроландшафте, относящемся к лесной группе. Такие наблюдения особенно важны в условиях наблюдающегося облесения болота.

Учитывая перечисленные факторы для уточнения процессов снегонакопления и снеготаяния на разных микроландшафтах в период 2023–2025 гг. на болоте Ламмин-Суо проводились регулярные снегомерные съемки в период весеннего снеготаяния на 5 закрепленных маршрутах. Маршруты были расположены на следующих типах болотных микроландшафтов (рисунок 2.16):

Участок 1 – моховая группа, сфагново-кустарничково-пушицевый, облесенный сосной микроландшафт;

Участок 2 – грядово-мочажинный комплекс, гряды сфагново-кустарничковые, облесенные сосной; мочажины сфагново-пушицево-шейхцериевые;

Участок 3 – мохово-травяная группа (склон болота), сфагново-пушицево-кустарничковый, редко облесенный сосной с сухостоем микроландшафт;

Участок 4 – мохово-травяная группа (окрайка болота), сфагново-осоковый, облесенный березой и сосной.

Участок 5 – лесная группа, сосново-сфагново-кустарничковый микроландшафт.

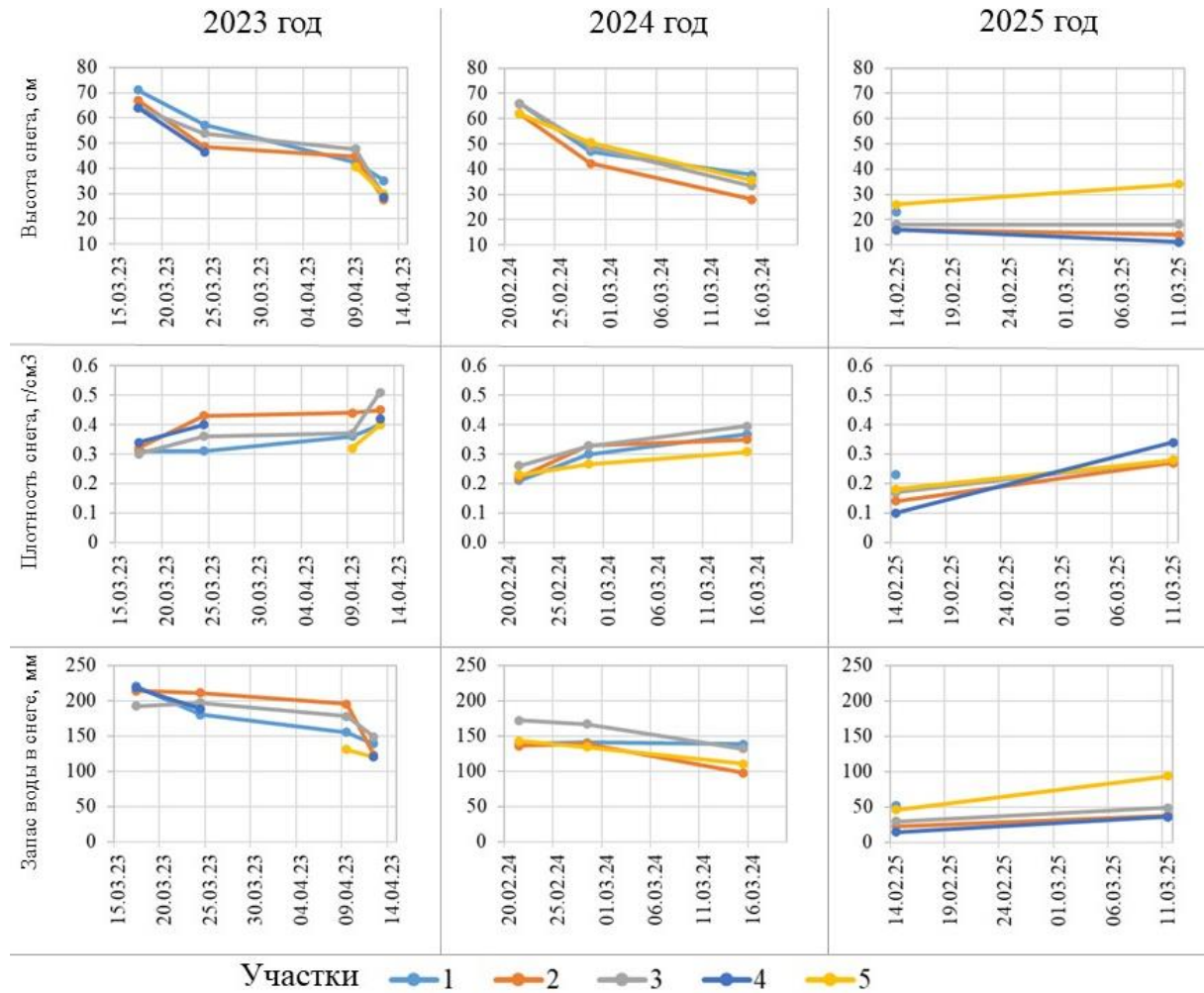


Рисунок 2.16 – Изменение высоты снега, плотности снега, запаса воды в снеге на разных микроландшафтах в период весеннего снеготаяния 2023–2025 гг.

Снегомерные съёмки проводились в период максимального снегонакопления и следующего за ним весеннего снеготаяния. Периодичность снегомерных съёмок определялась характером весны и скоростью снеготаяния и составляла от 3 до 30 дней (рисунок 2.16).

2023 год был самым снежным из трех лет. Средняя высота снега в марте составляла 67 см, средний запас воды в снеге 211 мм. Измерения проводились с 17 марта по 12 апреля.

2024 год был умеренно снежным. Средняя высота снега в начале наблюдений составляла 64 см, средний запас воды в снеге 148 мм. Измерения проводились с 21 февраля по 15 марта.

2025 год был самым малоснежным из трех лет, отличался ранней весной и частыми оттепелями. Средняя высота снежного покрова была в 2–4 раза меньше, чем в 2023 и 2024 гг. и составляла 20 см, запасы воды в снеге были сравнительно низкими (20 мм).

Анализ результатов уточняющих снегомерных съёмок показал, что наибольшее количество снега аккумулируется на моховом микроландшафте (участок 1).

На грядово-мочажинном комплексе (участок 2) отмечается наибольшая интенсивность процесса таяния и уплотнения снега. Здесь часто отмечалась самая высокая плотность снега к концу сезона. Особенностью грядово-мочажинного комплекса является неравномерный рельеф (чередованием гряд и мочажин), сравнительно открытый ландшафт, а также относительно большой уклон поверхности. Совокупность отличительных характеристик комплекса приводит к прохождению снеготаяния более интенсивно, в сравнении с другими участками.

Мохово-травяной микроландшафт на склоне болота (участок 3), отличался стабильно высокими запасами воды в снеге. Эффективная аккумуляция воды в снеге может быть связана с особенностями расположения участка, примыкающего к грядово-мочажинному комплексу. Как было отмечено выше на грядово-мочажинном комплексе снеготаяние происходит более интенсивно, чем на других участках. Таким образом, участок 3 принимает талые воды, поступающие с грядово-мочажинного комплекса, за счет чего увеличивается влагозапас.

Мохово-травяной микроландшафт, расположенный на окрайке болота (участок 4), отличался наименьшими значениями высоты снега и влагозапаса и первым терял снежный покров. Это связано с тем, что открытый микроландшафт, не защищенный древесной растительностью, более подвержен ветровому переносу снега и его уплотнению, а также воздействию солнечной радиации.

Лесной микроландшафт (участок 5) расположен на южной оконечности болота, где активно происходит процесс облесения. В 2025 году, когда наступила ранняя весна, сопровождавшаяся частыми оттепелями, частичными сходами снега и его повторными выпадениями, участок 5 сохранил наибольшее количество снега. Снегомерная съемка, проведенная 15 марта 2025 г., зафиксировала здесь максимальные влагозапас (94 мм) и высоту снега (34 см), по сравнению с другими участками. Это может указывать на лучшее сохранение снега в условиях ранней весны и частого перехода температуры через ноль. Таким образом, лесной участок может становится основным источником весеннего стока в аномальные годы.

С начала 2000-х годов на болоте Ламмин-Суо отмечается период повышенной неустойчивости снежного покрова и аномалий. Участились случаи малоснежных и теплых зим, одновременно с этим в отдельные годы наблюдаются очень снежные сезоны. Происходит рост числа зим с многократными оттепелями и сходами снега, что объясняется ростом зимних температур и сопровождается увеличением количества жидких осадков по отношению к твердым.

Уточняющие снегомерные съемки, выполнявшиеся в 2023–2025 гг. на пяти характерных участках болота Ламмин-Суо, показали, что облесенные и особенно лесные болотные ландшафты могут являться ключевыми областями для накопления и сохранения снежного покрова в условиях участившихся аномальных зим, характеризующихся частыми оттепелями.

Увеличение мощности снежного покрова на облесенных болотных микроландшафтах, приуроченных по большей части к окрайкам болота, сокращает глубину промерзания верхнего горизонта торфяной залежи и увеличивает дренирующую способность данных участков, что, в свою очередь, оказывает влияние на зимний сток с болота.

### **2.2.6 Промерзание торфяной залежи**

Повышение температуры воздуха изменяет температурный режим деятельного горизонта торфяной залежи. Особенное значение имеет промерзание в зимний период, так как оно определяет зимний сток. За счет роста температуры воздуха в зимний период и участившихся оттепелей наблюдается сокращение максимальной глубины промерзания на болотах Иласское и Ламмин-Суо (рисунок 2.17). На болоте Ларьянское наблюдения отсутствуют.

На болоте Иласское наблюдения за промерзанием выполнялись на грядово-мочажинном комплексе (между скважинами болотных вод 203 и 204), на болоте Ламмин-Суо на сфагново-кустарничково-пушицевом, облесенном сосной, микроландшафте (в районе скважины болотных вод 103). Для площадок промерзания была определена глубина деятельного слоя, которая составила 42 см для болота Иласского и 43 см для болота Ламмин-Суо. Глубина деятельного слоя определена как среднее минимальное значение уровня болотных вод теплого периода за весь срок наблюдений на каждом из рассматриваемых участков, по данным наблюдений на расположенных поблизости скважинах болотных вод.

На болоте Иласское после 1972 года деятельный слой торфяной залежи промерзал полностью лишь четыре раза (1979, 1985, 1995, 2001, 2011 года). На болоте Ламмин-Суо деятельный слой полностью не промерзал ни разу за весь период наблюдений (рисунок 2.17).

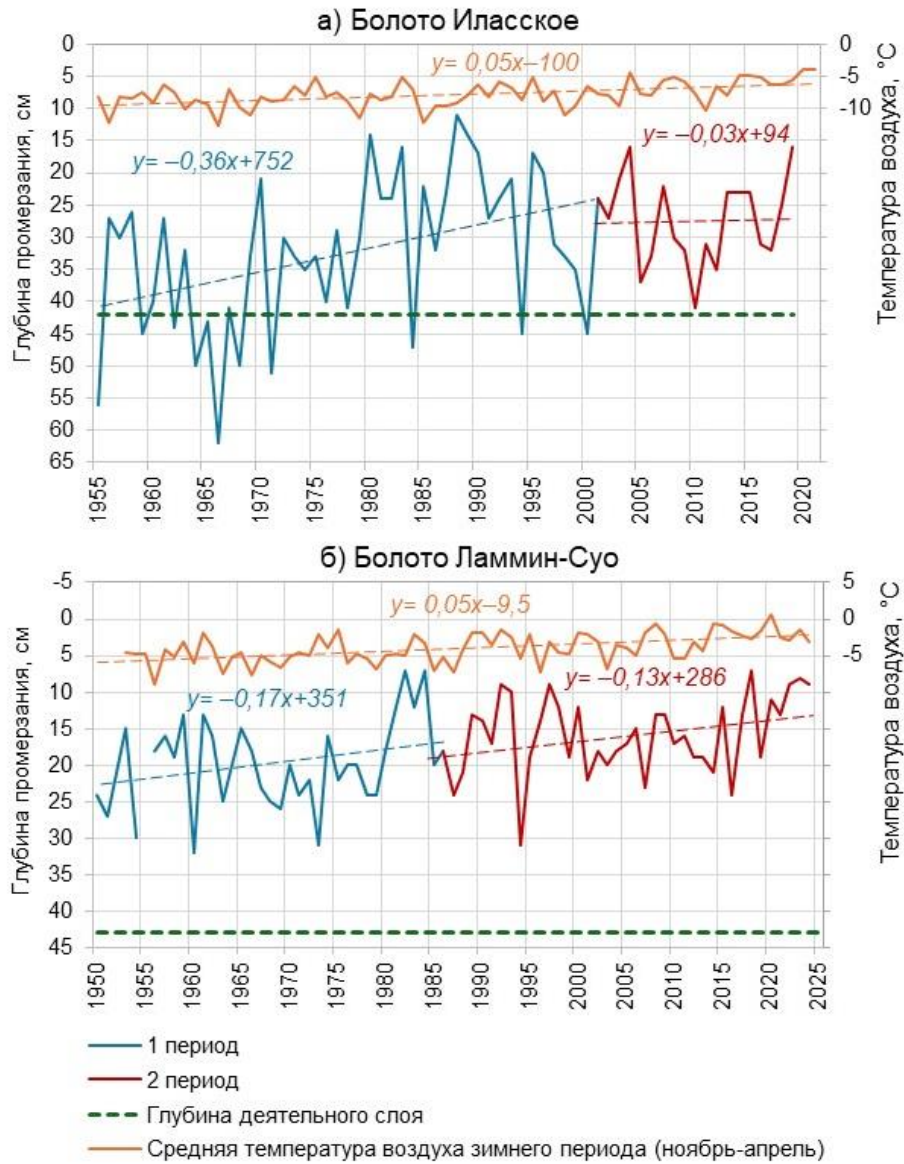


Рисунок 2.17 – Наибольшая глубина промерзания на болотах Иласском и Ламмин-Суо

Таблица 2.8 – Максимальная глубина промерзания на болотах Иласском и Ламмин-Суо за десятилетние периоды, см

Период	Болото Иласское	Болото Ламмин-Суо
	Грядово-мочажинный комплекс	Моховая группа (сфагново-кустарничково-пушицевый, облесенный сосной, микроландшафт)
1960–1969	43	21
1970–1979	35	22
1980–1989	24	15
1990–1999	25	15
2000–2009	29	17
2010–2019	30	17

Сравнение между базовым и современным климатическим периодами показывает, что средняя глубина промерзания верхнего слоя торфяной залежи уменьшилась на болотах Ламмин-Суо и Иласское на 5 см. На болоте Ламмин-Суо средняя глубина промерзания первого периода составляла 20 см, во втором периоде достигла 15 см. На болоте Иласском, расположенном севернее, средняя глубина промерзания первого периода составляла 32 см и сократилась до 28 см во втором периоде.

При промерзании болот в деятельном слое образуется две зоны. В верхней его части влага полностью промерзает и не участвует в формировании зимнего стока. Нижняя талая часть деятельного слоя, является проточной, содержащаяся в ней влага частично или полностью расходуется на процесс формирования стока в зимний период. Мощность проточной зоны определяется как расстояние между нижней границей промерзшего слоя и положением уровня болотных вод, которое наблюдается при отсутствии стока с болота.

Помимо роста температуры воздуха в зимний период на температуру промерзания также оказывает облесенность болот. Как показало наблюдение за снежным покровом на болоте Ламмин-Суо, облесенные микроландшафты способны накапливать большее количество снега, что, в свою очередь, защищает деятельный слой болота от воздействия отрицательных температур и сокращает глубину промерзания.

Следствием уменьшения глубины промерзания является увеличение мощности проточной зоны деятельного слоя торфяной залежи, что приводит к росту зимнего стока с болота и сокращению весеннего половодья. Таким образом глубина промерзания определяет соотношение зимнего и весеннего стока.

## **2.3 Характеристики водного режима болот**

### **2.3.1 Грунтовые воды**

Регулярные наблюдения за уровнями грунтовых вод (УГВ) проводятся на болоте Ламмин-Суо с 1964 года. Частота измерений колеблется от одного раза в сутки до одного раза в пять дней. Скважины располагаются как на самом болоте, так и на прилегающем суходоле (рисунок 2.18). Литолого-генетические разрезы болота Ламмин-Суо по данным [Новиков и др., 2019] с указанием расположения скважин представлены в Приложении В, рисунки В1–В3.

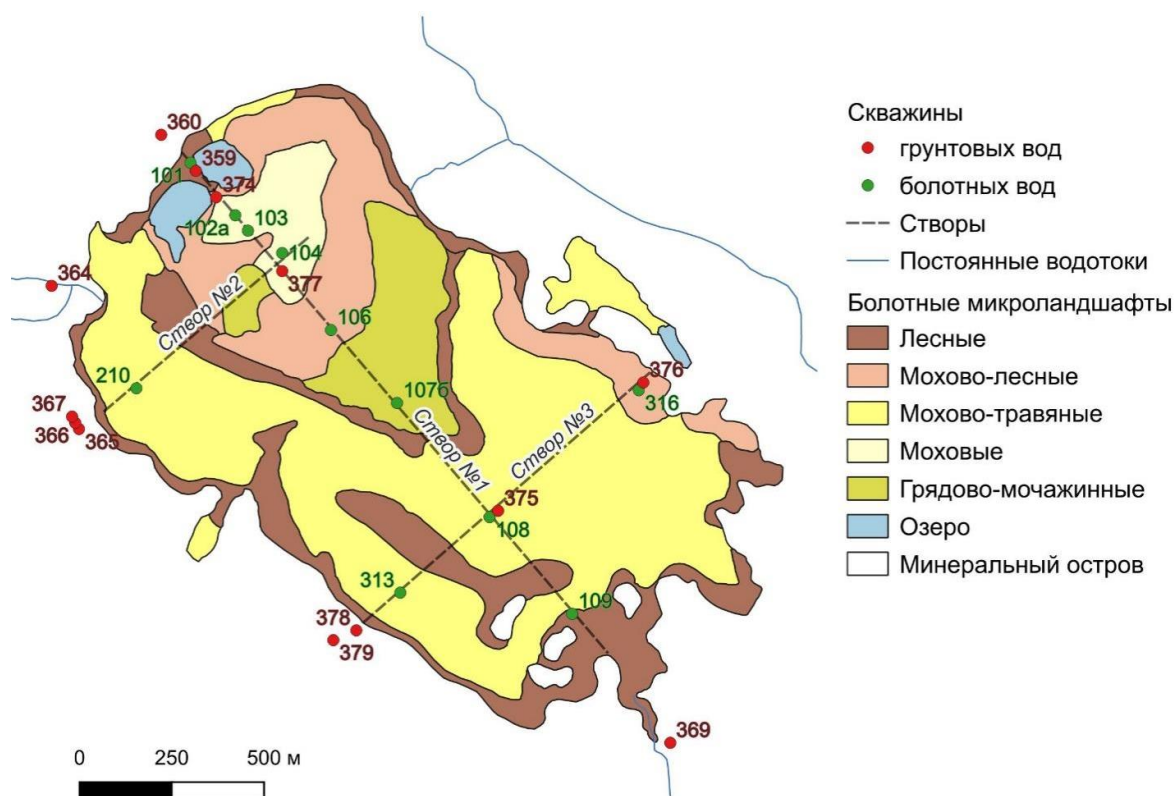


Рисунок 2.18 – Расположение скважин грунтовых и болотных вод на болоте Ламмин-Суо

Многолетняя динамика среднегодовых уровней грунтовых вод представлена на рисунке 2.19. За период наблюдений 1965–2024 гг. средние годовые уровни изменялись с разной амплитудой, в зависимости от места расположения скважин. Наибольшая амплитуда среднегодовых значений уровня грунтовых вод за весь период наблюдений наблюдалась на камово-озовой гряде (скв. 360), где она составила 188 см. Также значительные колебания среднегодового уровня наблюдались на северо-восточной окраине болота (скв. 376), где амплитуда достигала 154 см, и на суходоле вблизи ручья Южного (скв. 369) – 155 см.

Наименьшие изменения среднегодового уровня грунтовых вод зафиксированы на склоне болота (скв. 375), здесь амплитуда многолетних колебаний составила 29 см. Кроме этого, сравнительно небольшая амплитуда уровня (47 см) отмечается на генетическом центре болота (скв. 377), где мощность торфа достигает 4.5 м и зеркало грунтовых вод, в сравнении с остальными участками, находится на максимальной глубине относительно поверхности.

Для скважин, расположенных на прилегающем к болоту суходоле, минимальные изменения среднегодовых уровней зафиксированы на юго-западной окраине болота (скв. 365), где амплитуда среднегодовых значений не превышала 42 см.

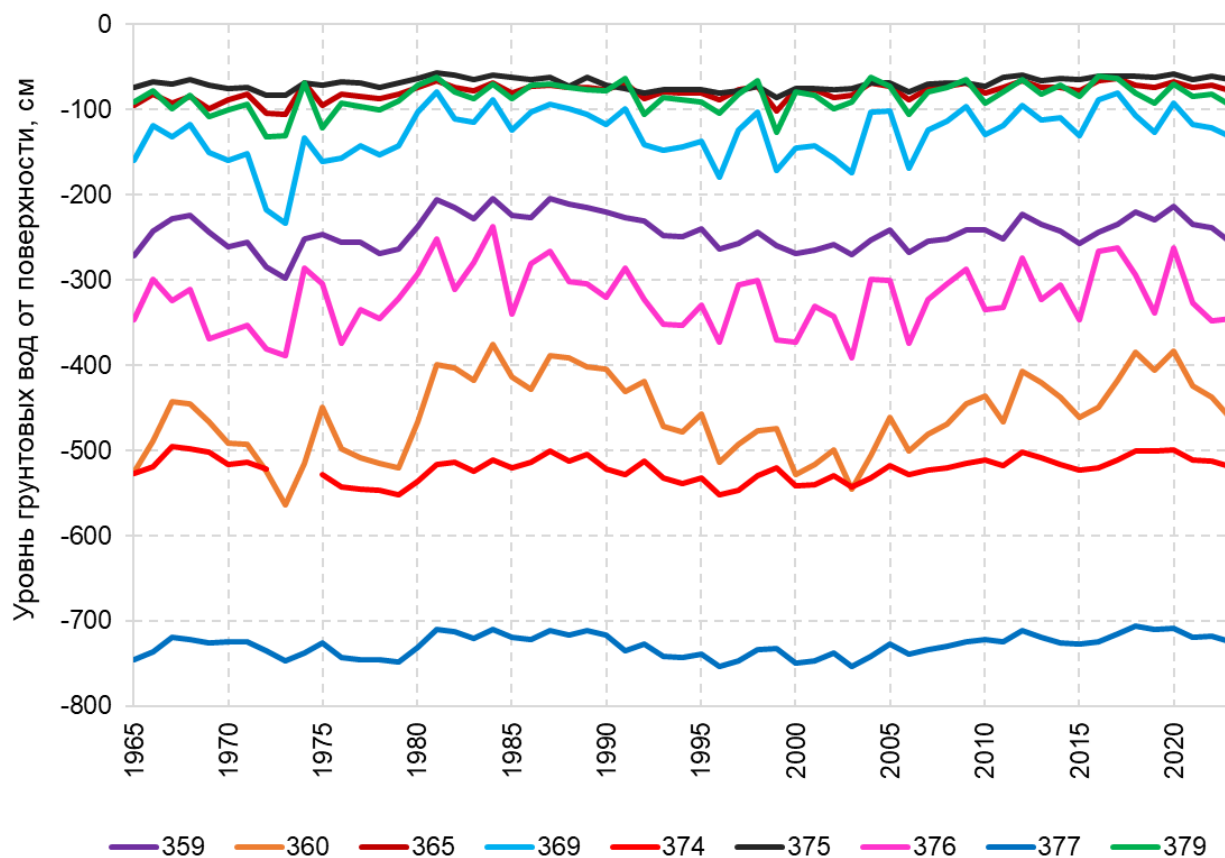


Рисунок 2.19 – Среднегодовые уровни грунтовых вод на болоте Ламмин-Суо (1965–2024 гг.)

Таблица 2.9 – Средние уровни грунтовых вод относительно поверхности за десятилетние периоды на болоте Ламмин-Суо

Периоды	Уровень грунтовых вод, см												
	359	360	364	365	366	367	369	374	375	376	377	378	379
1965*–1969	-242	-474	-1	-90	-83	-86	-136	-508	-70	-330	-730	-44	-92
1970–1979	-264	-508	4	-88	-89	-90	-165	-530	-73	-345	-738	-48	-102
1980–1989	-217	-408	15	-73	-71	-75	-102	-515	-63	-287	-717	-30	-75
1990–1999	-244	-462	9	-81	-77	-82	-136	-532	-77	-331	-737	-38	-89
2000–2009	-257	-495	10	-77	-73	-78	-133	-529	-72	-333	-738	-29	-81
2010–2019	-238	-429	12	-72	-65	-74	-109	-511	-63	-308	-719	-22	-77
2020–2024*	-238	-433	11	-72	-66	-75	-117	-512	-61	-327	-719	-21	-82

Анализ по десятилетиям (таблица 2.9) показывает, что многолетняя динамика уровней грунтовых вод характеризуется периодом самых низких уровней грунтовых вод в 1970-е годы для большинства скважин (кроме самой глубокой скважины 377). В 1980-е годы для многих скважин отмечается заметный подъем УГВ, что коррелирует с пиком осадков на

болоте Ламмин-Суо. В 1990-е годы уровни снова снижаются, приближаясь к значениям 1970-х годов. В XXI веке (2000–2020-е годы) происходит стабилизация и новый подъем для большинства скважин. В последнее десятилетие УГВ сопоставимы с высокими значениями 1980-х годов, а для некоторых скважин даже выше.

Сравнение базового (1965–1986 гг.) и современного (1987–2024 гг.) периодов показало, что отличия между ними во внутригодовом режиме и среднегодовых значениях зависят от места расположения скважины. Разница между периодами рассчитана вычитанием среднего значения УГВ первого периода из среднего значения УГВ второго периода (таблица 2.10). Таким образом, отрицательное значение показывает снижение уровня в современном периоде относительно базового периода, положительное значение – его рост.

Таблица 2.10 – Разница среднемесячных уровней грунтовых вод между базовым (1965–1986 гг.) и современным климатическим (1987–2024 гг.) периодами на болоте Ламмин-Суо, см

№ скважины	Место расположения	Месяц												Год
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
359	болото	1	7	10	3	-1	6	10	9	5	1	-2	-4	4
374	болото	1	2	0	1	6	4	3	2	-1	-1	0	0	1
375	болото	-3	0	2	-1	-1	3	3	3	-1	-3	-5	-5	-1
376	болото	1	5	21	38	13	-2	1	1	-1	-13	-33	-21	1
377	болото	1	3	1	3	5	2	2	2	0	-1	-4	-1	1
360	суходол	16	21	29	30	20	16	19	20	19	18	13	9	19
364	суходол	1	5	8	3	1	3	3	4	3	2	1	0	3
365	суходол	12	18	20	10	-8	6	8	14	8	6	4	5	9
366	суходол	14	19	22	15	1	10	12	17	10	8	8	9	12
367	суходол	11	17	18	8	-8	5	7	12	6	4	3	4	7
369	суходол	22	39	46	10	4	16	14	17	7	6	3	5	16
378	суходол	14	21	21	9	2	15	18	21	14	12	9	9	14
379	суходол	16	26	31	8	-7	5	8	12	5	4	5	4	10

На примыкающем к болоту суходоле (скв. 360, 365, 366, 367, 369, 378, 379) во втором периоде произошел подъем уровня грунтовых вод, среднегодовые значения выросли на 7–19 см по отношению к первому периоду. При этом наибольший рост уровня в течение года наблюдается в январе–марте. Скважина 364, также располагающаяся на суходоле, отличается небольшим подъемом уровня во втором периоде (+3 см), что объясняется напорным горизонтом грунтовых вод, которые имеют выход в русло ручья Западный, у

которого расположена скважина. Большую часть года вода в скважине стоит выше отметки поверхности.

В то же время на скважинах, расположенных на болоте (скв. 359, 374, 375, 376, 377), среднегодовые значения во втором периоде изменились незначительно, от  $-1$  до  $4$  см. В январе-марте среднемесячные уровни изменялись в пределах от  $-3$  до  $21$  см, в период с сентября по декабрь отмечается снижение уровня. Наибольшее падение уровня произошло на северо-восточной окрайке болота (скв. 376), во втором периоде средние УГВ в ноябре были на  $33$  см ниже, чем в первом. На этой же скважине в марте-апреле отмечается наибольший подъем уровня, который составил  $22$  и  $37$  см соответственно.

В целом, на участках, прилегающих к суходолу, уровень грунтовых вод возрос, особенно в период с января по апрель, а в мае на юго-западной окрайке (скв. 364, 379) понизился на  $6-7$  см. Это может быть объяснено тем, что уменьшение объема весеннего половодья привело к сокращению пополнения грунтовых вод в весенний период.

Режим грунтовых вод на болоте зависит от месторасположения скважины относительно его центра и окраины. Скважины, расположенные по продольному профилю (скв. 374, 375, 377), характеризуются наименьшими изменениями между периодами. По мере приближения к окраине болота отмечаются все более значительные изменения внутригодового хода уровня грунтовых вод.

Наблюдается наличие связи между климатическими изменениями и многолетней динамикой уровней грунтовых вод. На грунтовые воды в первую очередь, вероятно, оказало влияние увеличение осадков.

### **2.3.2 Болотные воды**

Для верховых болот положение болотных вод относительно поверхности болота играет определяющую роль для состава растительности, образования болотных микроландшафтов и формирования стока с болота.

Изменения водного режима болот оценивались по многолетней динамике уровней болотных вод, измеряемых в скважинах, расположенных на разных участках болот (Приложение Б, таблицы Б.6–Б.8). Кроме этого, для каждого из болот проведено сравнение среднемесячных и среднегодовых уровней болотных вод между базовым и современным периодами. Разница между базовым и современным климатическим периодами рассчитана вычитанием среднего значения уровня болотных вод первого периода из среднего значения второго периода. Отрицательное значение означает снижение уровня болотных вод во втором периоде относительно первого периода, положительное значение – его рост.

*Болото Иласское.* Сквaziны болотных вод на болоте Иласском, расположены в северной части болота, недалеко от озера Иласского (рисунок 2.20). Микроландшафты в данной части болота представлены грядово-мочажинным и грядово-озерковым комплексами.

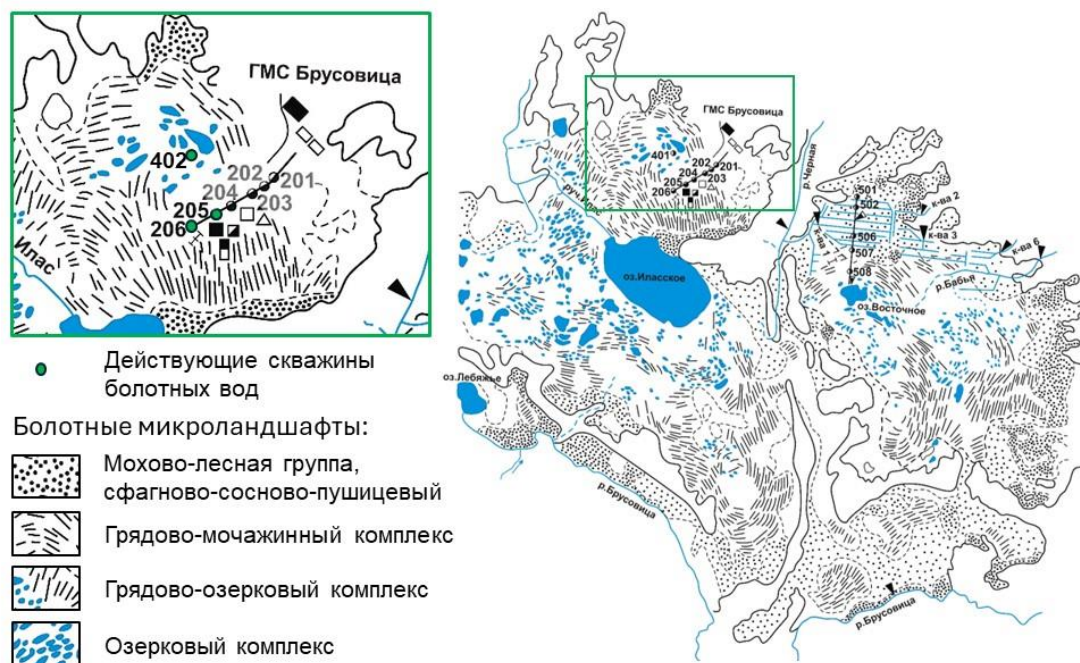


Рисунок 2.20 – Типологическая схема болота Иласское с расположением скважин болотных вод

Анализ многолетней динамики уровней болотных вод на болоте Иласское за десятилетние периоды по трем скважинам (рисунок 2.21; Приложение Б, таблица Б.6), показал наличие резкой пространственной неоднородности.

На скважине 205 (грядово-мочажинный комплекс) за 60 лет уровень практически не изменился, среднегодовые значения между десятилетиями изменялись в пределах от  $-17$  до  $-19$  см. Грядово-мочажинный комплекс на данном участке характеризуется стабильным водным режимом и устойчив к климатическим колебаниям.

На скважине 206 (грядово-мочажинный комплекс) отмечается устойчивый подъем уровня болотных вод. Уровень вырос с  $-21...-26$  см в 1950–1970-е годы, до практически поверхности болота ( $-1...-3$  см) в 2010-е годы. Подъем начался в 1980-е годы и продолжается в настоящее время.

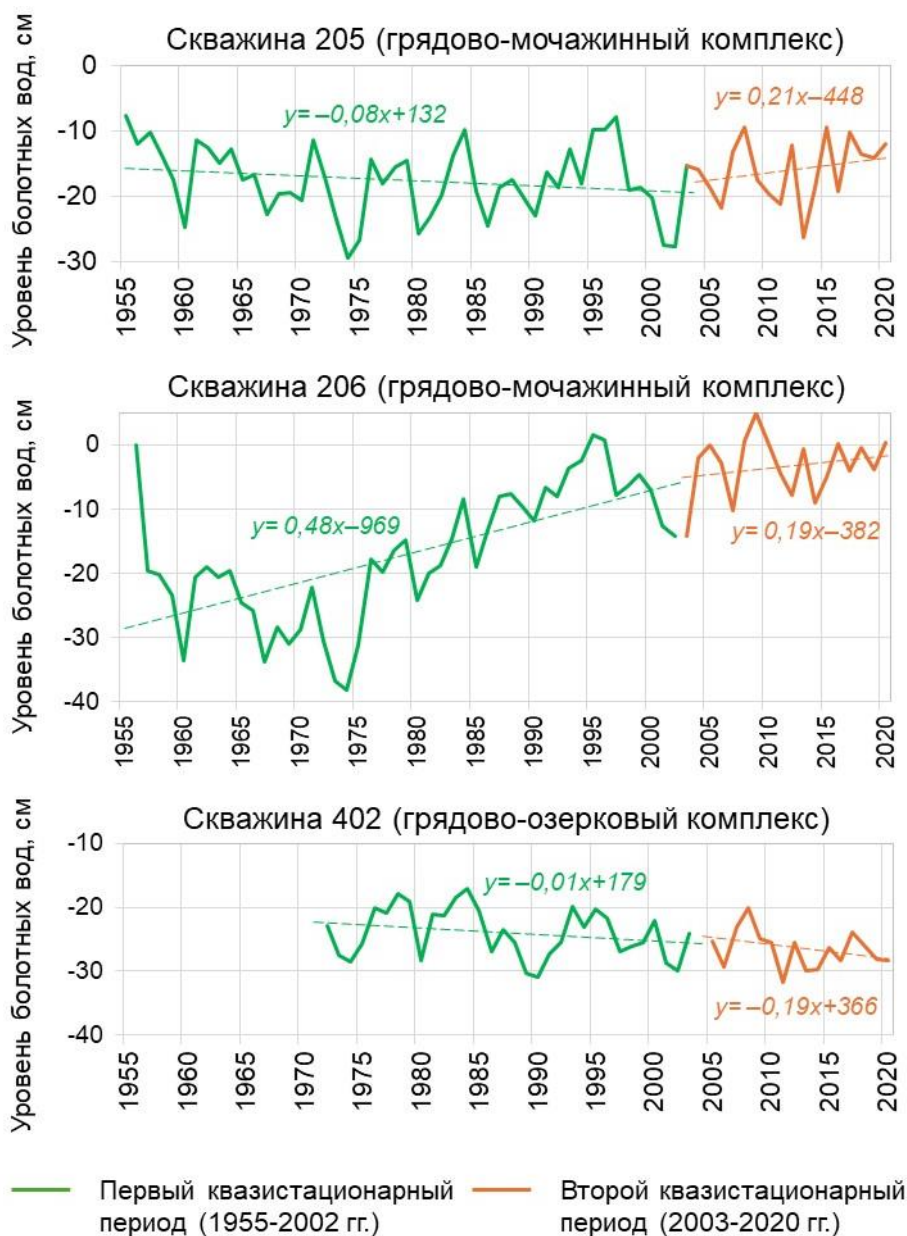


Рисунок 2.21 – Среднегодовой уровень болотных вод на болоте Иласское в соответствии с выделенными периодами (штрихом показан линейный тренд для выделенных периодов)

Скважин 402 (грядово-озерковый комплекс) характеризуется постепенным понижением уровня болотных вод. УБВ снизился с  $-23...-24$  см в 1970–1990-е гг. до  $-28$  см в 2010-е годы. Каждое последующее десятилетие в среднем ниже предыдущего. Грядово-озерковый комплекс отличается наличием открытой водной поверхности (озерков), что делает его более подверженным к усилившемуся испарению, которое не компенсируется осадками. Для болота Иласского наибольший рост испарения наблюдается на грядово-озерковом микроландшафте.

Анализ сезонных изменений показывает, что на скважине 205 сезонная амплитуда (разница между весенним максимумом и летним минимумом) увеличилась. При

наблюдающейся стабильности среднегодового уровня летние минимумы стали глубже, уровни понизились с  $-25...-29$  см в 1970–80-е годы до  $-33$  см в 2010-е годы. Напротив, на скважине 206 амплитуда уровня резко сократилась. Летние минимумы снизились с  $-33...-35$  см в 1970-е годы до  $-13$  см в 2010-е. На скважине 402, при наблюдающемся снижении среднегодового уровня, сезонная амплитуда немного выросла.

Сравнение по базовому и современному периодам за равные для трех скважин периоды наблюдений (таблица 2.11) показало изменение среднемесячных уровней болотных вод во втором периоде (2003–2020 гг.) по сравнению с первым (1972–2002 гг.).

Таблица 2.11 – Разница среднемесячных уровней болотных вод между базовым (1972–2002 гг.) и современным (2003–2020 гг.) периодами на болоте Иласское, см

Скважина	Месяц												Ср. год.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
205	4	4	3	1	-1	-1	-1	4	6	6	5	3	3
206	14	14	14	10	8	7	9	13	13	12	12	12	12
402	-3	-4	-5	-3	-4	-5	-4	1	1	0	-1	-2	-3

Скважина 205 характеризуется выраженным подъемом уровня (+3 до +6 см) в зимне-весенний период (ноябрь–апрель). Максимальный подъем уровня произошел в октябре-ноябре (+6, +5 см). Незначительное снижение УБВ ( $-1$  см) отмечается в весенне-летний период, с мая по август.

На скважине 206 рост уровня болотных вод наблюдается абсолютно во все месяцы. Наибольший подъем уровня (+14 см) произошел в зимние месяцы (январь-февраль). В летний период (июнь-июль) отмечен сравнительно меньший, но также значительный рост уровня (+7 см).

На скважине 402 наблюдается тенденция к снижению уровня. В весенне-летний период (май-август) произошло резкое снижение уровня, особенно в июне-июле ( $-5$ ,  $-4$  см), что является следствием роста испарения с открытой водной поверхности на грядово-озерковом микроландшафте. Весной (март-апрель) также наблюдается падение УБВ ( $-5$ ,  $-4$  см). Небольшой подъем уровня (+1 см) на данной скважине отмечен в осенний период (сентябрь-октябрь).

Сравнение уровней болотных вод за базовый и современный климатический периоды подтверждает отклик болотной системы на происходящие климатические изменения. На грядово-мочажинном комплексе (скв. 205, 206) наблюдается обводнение, на грядово-озерковом комплексе (скв. 402), напротив, иссушение (рисунок 2.22). При этом на

разных участках грядово-мочажинного комплекса масштабы изменений водного режима разнятся. На участке скважины 205 система находится в динамическом равновесии, увеличение влаги в осенне-зимний период полностью тратится на возросшее летнее испарение. На участке скважины 206 гидрологический режим кардинально изменился. Обводнение участка носит круглогодичный характер, что может быть признаком перестройки водного режима. На грядово-озерковом комплексе (скв. 402), в условиях роста температуры воздуха и испарения, происходит иссушение микроландшафта, с постепенной деградацией озерков.

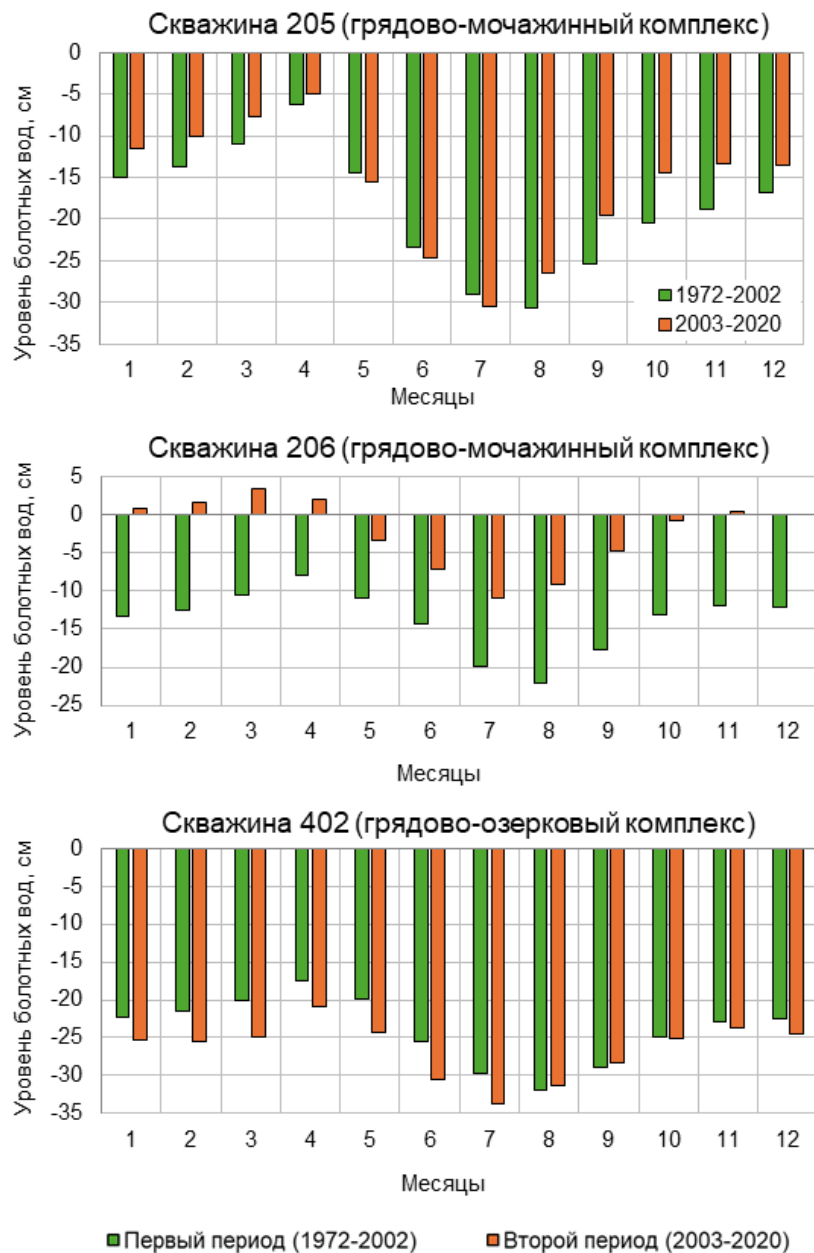


Рисунок 2.22 – Среднемесячные уровни болотных вод на болоте Иласское за первый (1956–2002 гг.) и второй (2003–2020 гг.) периоды

*Болото Ларьянское.* Все скважины болотных вод, для которых выполнялся анализ, расположены на одном измерительном створе в северо-западной части болота (рисунок 2.23). Преобладающий тип микроландшафта на данной части болота грядово-мочажинный, с лесными участками в виде облесенного кольца и окраины.

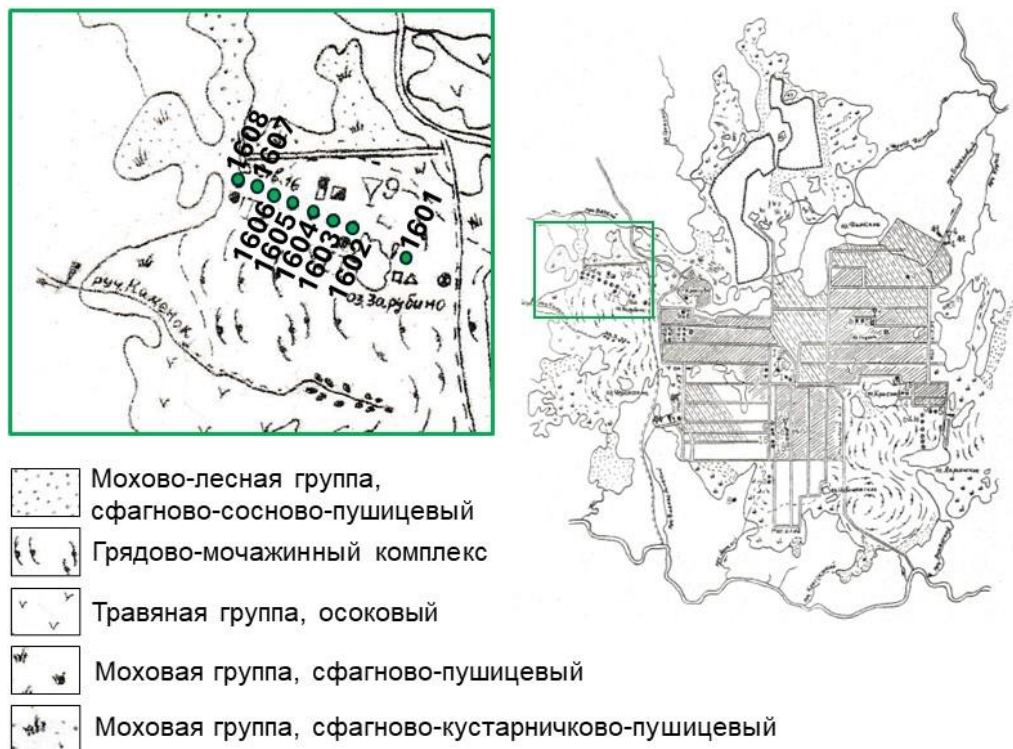


Рисунок 2.23 –Типологическая схема болота Ларьянское с расположением скважин болотных вод

Анализ многолетней динамики уровней болотных вод на болоте Ларьянское за десятилетние периоды (1972–2009 гг.) по восьми скважинам (рисунок 2.24; Приложение Б, таблица Б.7), показал, что за 40-летний период наблюдений на всех скважинах наблюдается тренд к понижению. Наиболее сильное снижение уровня произошло на возвышенном (скв. 1601) и краевом участках болота (скв. 1608). На грядово-мочажинных комплексах также наблюдалось снижение УБВ, но оно было менее выражено.

В 1980-х годах на большинстве скважин, особенно расположенных на грядово-мочажинном комплексе (скв. 1602–1607) наблюдался подъем уровня, что коррелирует с пиком осадков в регионе. После чего в 1990-х годах на всех скважинах последовало снижение УБВ. В 2000-х годах снижение УБВ продолжилось, особенно на скважинах 1601, 1605, 1606, 1608.

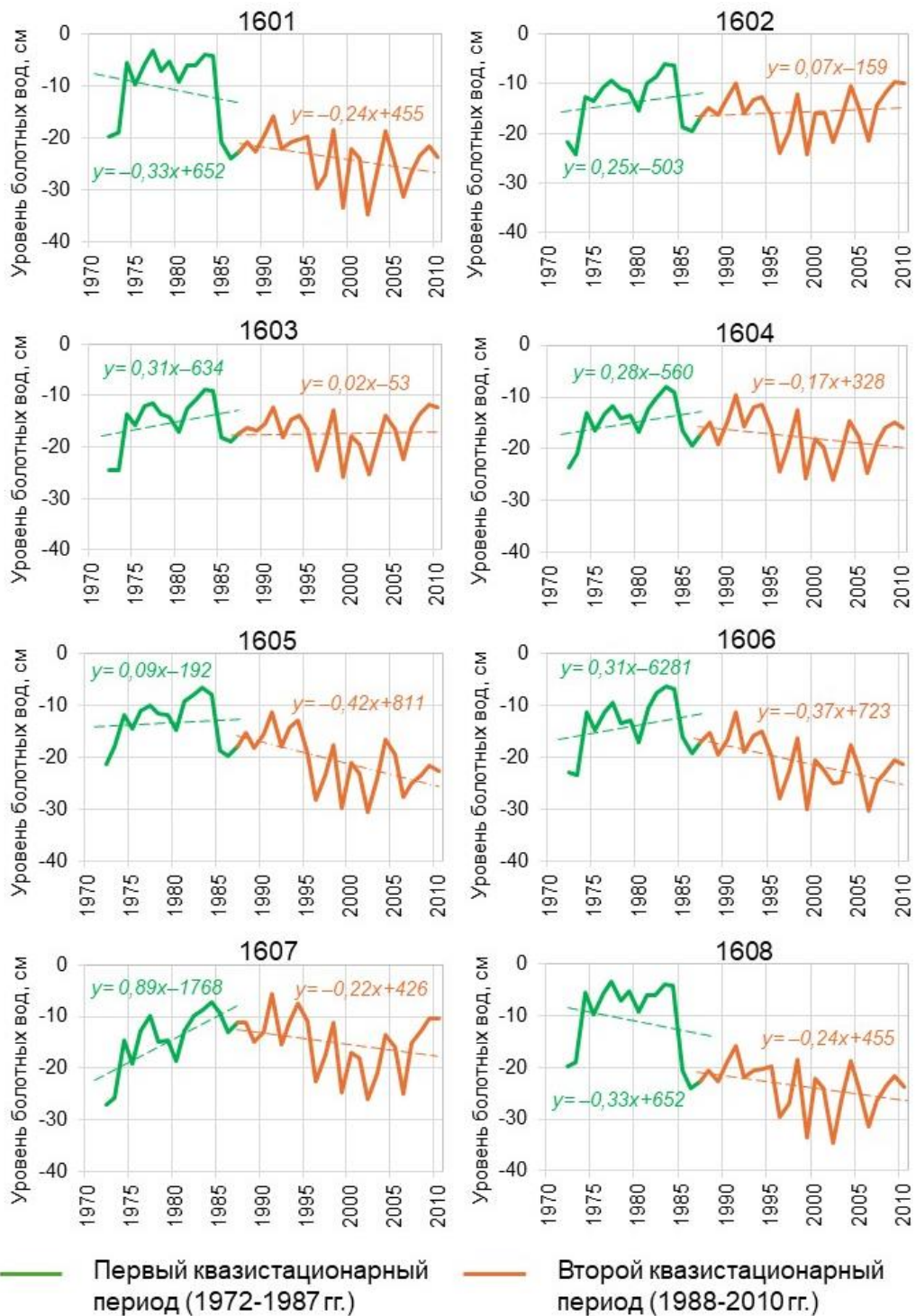


Рисунок 2.24 – Среднегодовой уровень болотных вод на болоте Ларьянское в соответствии с выделенными периодами (штрихом показан линейный тренд для выделенных периодов)

Сравнение по базовому и современному периодам (рисунок 2.24, таблица 2.12) показало изменение среднемесячных уровней болотных вод во втором периоде (1988–2010 гг.) по сравнению с первым (1972–1987 гг.). Положительное значение означает, что уровень во втором периоде стал выше (влажнее), отрицательное — ниже (суше).

Таблица 2.12 – Разница среднемесячных уровней болотных вод между базовым (1972–1987 гг.) и современным климатическим (1988–2010 гг.) периодами на болоте Ларьянское, см

Скважина	Месяц												Ср. год.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1601	-12	-9	-10	-15	-14	-12	-16	-16	-17	-14	-15	-15	-14
1602	-16	-17	-14	-2	-9	-16	-21	-23	-19	-14	-12	-13	-15
1603	0	3	2	-5	-4	-1	-2	-3	-5	-4	-4	-3	-2
1604	-1	3	2	-7	-4	-1	-5	-5	-5	-4	-5	-3	-3
1605	-5	-2	-3	-11	-8	-7	-10	-10	-10	-9	-9	-8	-8
1606	-6	-3	-3	-11	-8	-3	-7	-7	-9	-9	-9	-9	-7
1607	1	3	2	-3	-1	1	-1	0	-2	-2	-2	-2	-1
1608	-10	-7	-10	-13	-12	-10	-12	-11	-13	-11	-13	-13	-11

На всех скважинах наблюдается снижение среднегодового УБВ во втором периоде. Диапазон падения уровня, в зависимости от участка болота, составил от –1 до –15 см, что демонстрирует пространственную неоднородность изменения водного режима болота.

Наибольшее снижение уровня во втором периоде произошло на возвышенном участке болота (скв. 1601, 1602), представленном лесным и грядово-мочажинным микроландшафтами, а также на облесенной окрайке болота (скв.1608). Относительно среднее снижение уровня отмечается на грядово-мочажинном и мохово-травяном участках (скв. 1605, 1606, 1608). Наименьшие изменения в уровнях болотных вод во втором периоде отмечены на участках грядово-мочажинного комплекса (скв. 1603, 1604, 1607).

Анализ сезонной динамики изменений УБВ показал, что при общей тенденции снижения уровня болотных вод в течение всего года, на некоторых участках наблюдается повышение уровня в зимний период (1603, 1604, 1607).

Сравнение внутригодовой динамики уровней между склоном болота (скв. 1604) и его окрайкой (скв. 1608) показывает более выраженное снижение болотных вод на окраине болота (рисунок 2.25). Это может говорить об увеличении фильтрационного стока на границе болота и прилегающего суходола.

В целом для современного климатического периода снижение уровня болотных вод в летний период объясняется увеличением испарения, превышающего поступление влаги с атмосферными осадками. Снижение уровня в зимне-весенний период, особенно в феврале-апреле, вызвано ростом температуры воздуха зимнего периода, уменьшением глубины промерзания деятельного слоя торфяной залежи, увеличением зимнего фильтрационного стока с болота, сокращением снеготаяния, и более ранним началом снеготаяния.

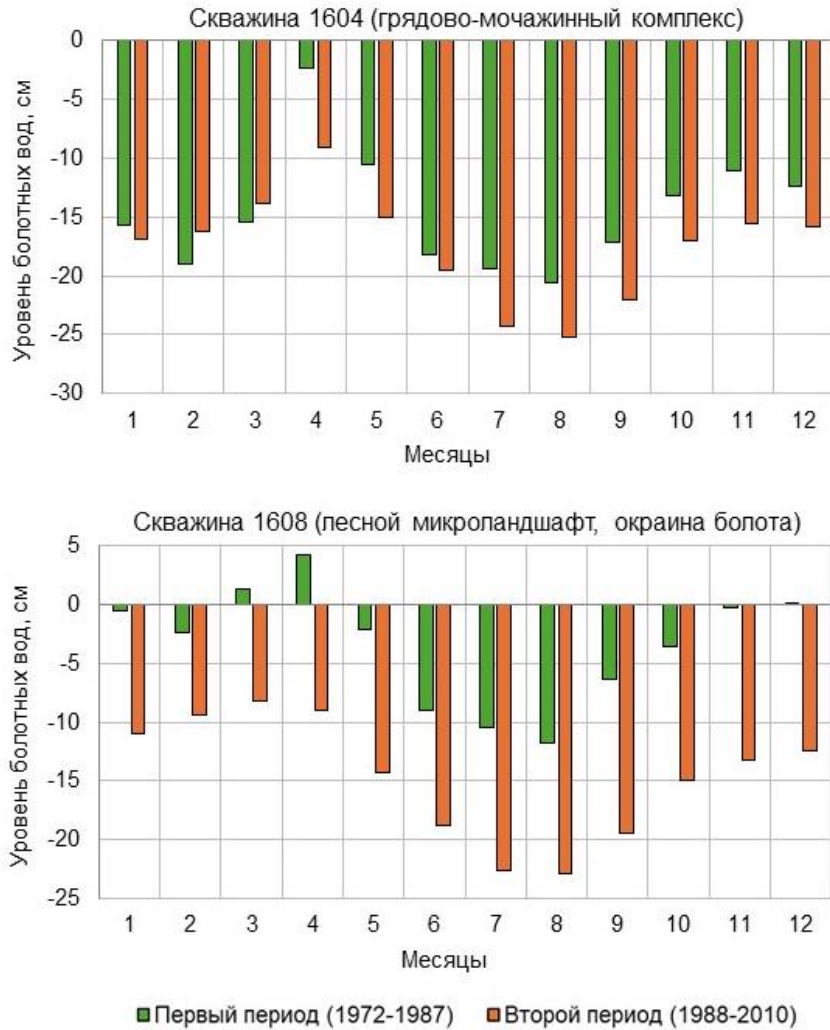


Рисунок 2.25 – Среднемесячные уровни болотных вод на болоте Ларьянское за первый (1971–1987 гг.) и второй (1988–2010 гг.) периоды

*Болото Ламмин-Суо.* Скважины расположены на всех основных типах микроландшафтов и покрывают практически всю территорию болота (рисунок 2.18). Строение торфяной залежи болота Ламмин-Суо и профили болота по трем водомерным створам представлены в Приложении В, рисунки В4–В8.

Анализ многолетней динамики уровней болотных вод на болоте Ламмин-Суо (рисунок 2.26; Приложение Б, таблица Б.8) за десятилетние периоды (1950–2024 гг.) показал наличие различий в многолетней динамике между скважинами. Вблизи генетического центра, представленного моховым микроландшафтом (скв. 102а, 103, 104), а также на склоне болота (скв. 108) с преобладанием мохово-травяного микроландшафта, весь период наблюдений характеризуется ростом среднегодового уровня болотных вод. В то время как скважины, расположенные на окраине болота (101, 109, 210, 313, 316) и рядово-мочажинном комплексе (107б) характеризуются ростом уровня до 1980-х годов и последующим спадом.

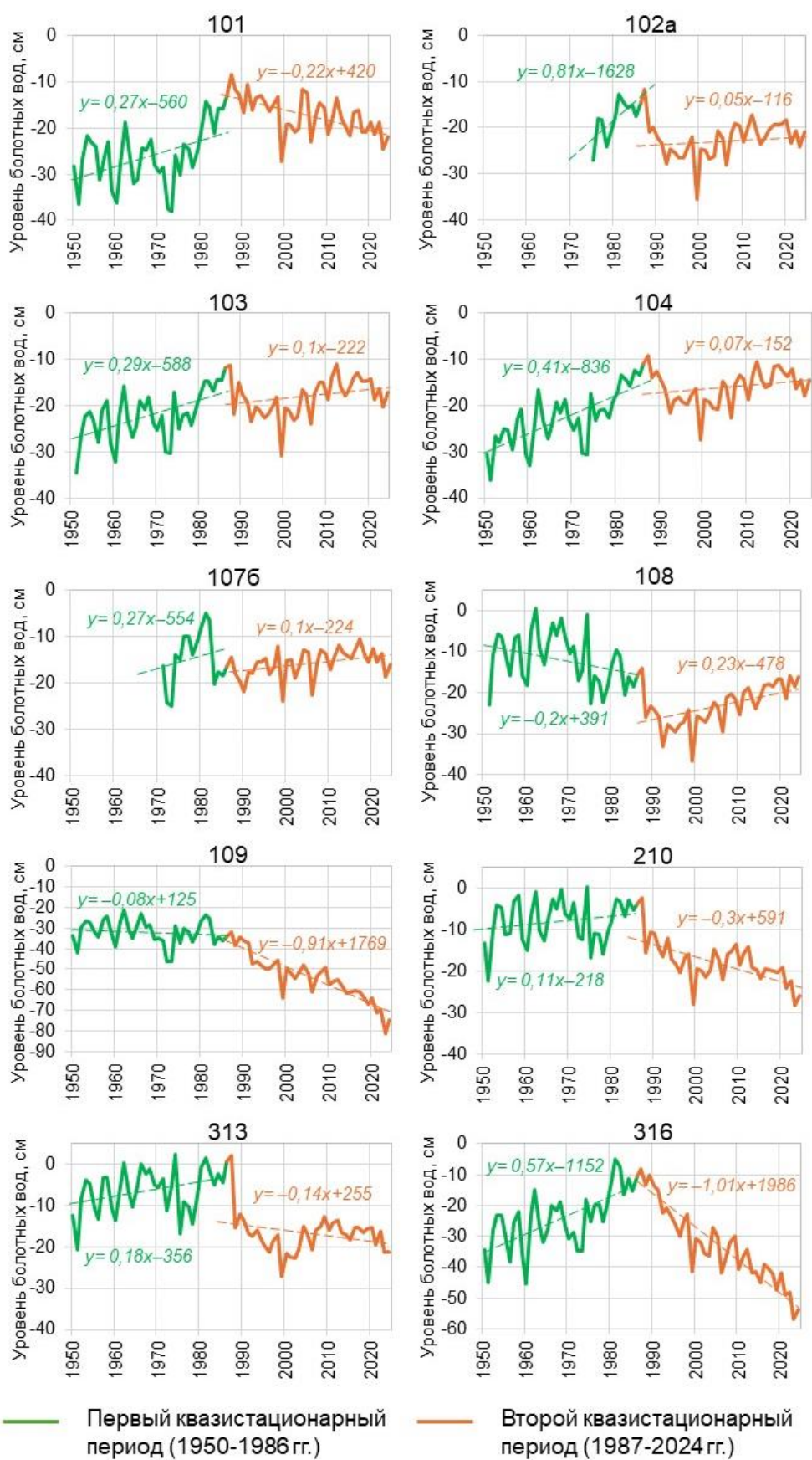


Рисунок 2.26 – Среднегодовой уровень болотных вод на болоте Ламмин-Суо в соответствии с выделенными периодами (штрихом показан линейный тренд для выделенных периодов)

В сезонной динамике уровня болотных вод наблюдается усиление летнего минимума. На всех скважинах, включая относительно стабильные, уровень в июне-июле 2020–2024 гг. является самым низким или одним из самых низких за всю историю наблюдений. Это указывает на возрастающий летний дефицит влаги в последние годы. При этом у многих скважин абсолютный минимум сместился с августа на июнь-июль (например, скв. 101, 106, 210). Это может быть связано с более ранним наступлением теплого сезона, а также возросшим количеством осадков в августе.

Сравнение по базовому и современному периодам (таблица 2.13) приведено в таблице 2.13. Положительное значение означает, что уровень в современном периоде стал выше (влажнее), отрицательное — ниже (суше).

Таблица 2.13 – Разница среднемесячных уровней болотных вод между базовым (1950–1986 гг.) и современным климатическим (1987–2024 гг.) периодами на болоте Ламмин-Суо, см

Скважина	Месяц												Ср. год.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
101	10	10	11	7	7	9	8	9	7	8	8	7	8
102а	-6	-3	-3	-7	-5	-1	-3	-5	-9	-7	-7	-6	-4
103	4	7	8	2	1	5	5	6	3	3	2	2	4
104	7	10	12	5	4	7	8	8	5	4	4	4	6
106	-1	1	1	-5	-6	-2	-1	1	-2	-2	-3	-3	-2
107б	-2	-1	-2	-4	-2	1	1	2	-1	-1	-2	-2	-1
108	-13	-11	-10	-13	-14	-9	-7	-7	-11	-12	-13	-14	-11
109	-23	-21	-21	-23	-24	-19	-18	-19	-24	-24	-25	-26	-22
210	-12	-10	-9	-11	-11	-8	-7	-6	-11	-12	-12	-13	-10
313	-12	-10	-10	-12	-11	-8	-6	-7	-12	-12	-13	-14	-11
316	-8	-4	-1	-9	-12	-10	-9	-12	-13	-11	-11	-12	-9

Анализ по периодам показал наличие трех основных групп скважин болотных вод. Соотнеся характер изменения УБВ с местами расположения скважин получим следующие зоны в пределах болота Ламмин-Суо: зона обводнения, зона «подсушки» и переходная зона (рисунок 2.26).

Зона обводнения (скв. 101, 103, 104) расположена на северо-западной стороне болота, между склоном камовой гряды и генетическим центром (куполом) болота. Здесь рост уровня наблюдается абсолютно во все месяцы года, что указывает на системное улучшение водного питания. Исключение на данном участке составляет скважина 102а, находящаяся под влиянием болотного озера.

Переходная, относительно стабильная группа (скв. 106, 1076). Здесь в современном периоде произошло небольшое падение УБВ (–1...–2 см) с пиком снижения в апреле-мае (до –6 см). Данный участок расположен на склоне болота, и является переходным между куполом и крайками.

Зона «подсушки» (скв. 108, 109, 210, 313, 316) располагается преимущественно на крайках болота. Здесь наблюдается всесезонное снижение УБВ.

На рисунке 2.11 представлено внутригодовое распределение УБВ в центральной части болота (скважина 104) и на его окраине (скважина 210), демонстрирующее разнонаправленное изменение уровней в зоне обводнения и зоне «подсушки».

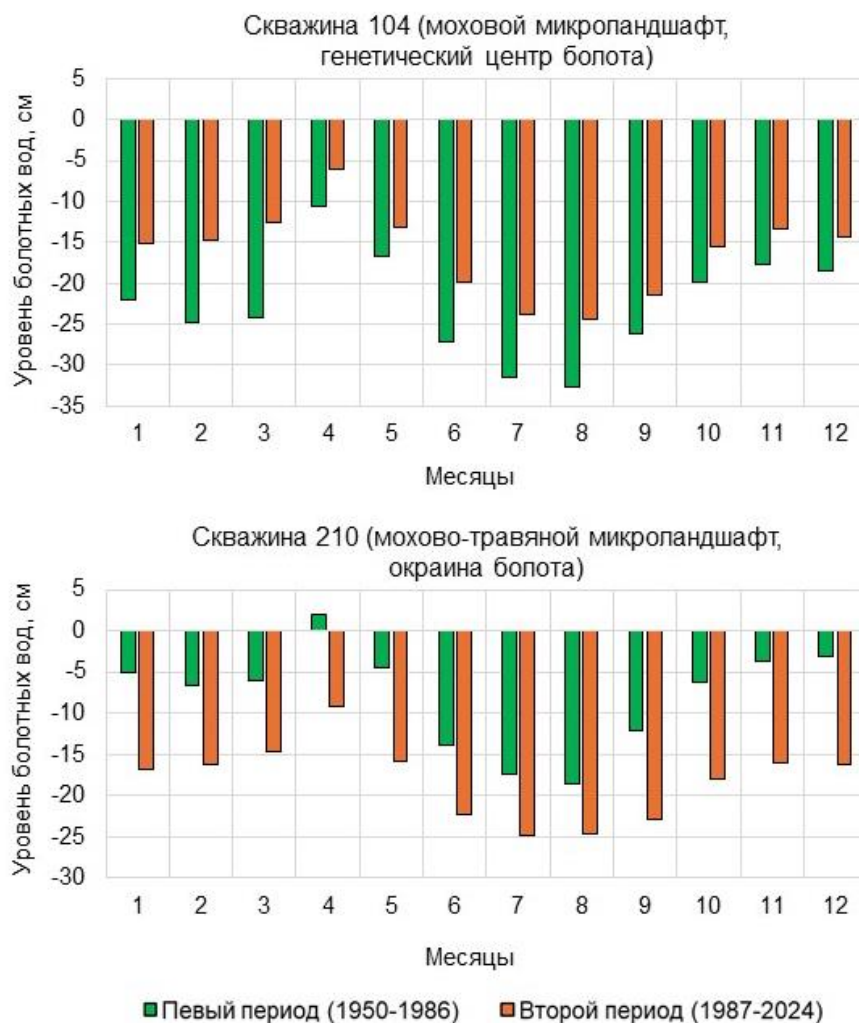


Рисунок 2.27 – Среднемесячные уровни болотных вод на болоте Ламмин-Суо за базовый (1950–1986 гг.) и современный климатический (1987–2024 гг.) периоды

### 2.3.3 Сток с болот

Сток с верховых болот является производным климатических условий, в первую очередь режима атмосферных осадков, испарения, снегонакопления и снеготаяния.

*Болото Иласское.* Анализ многолетней динамики расходов воды на реке Черная (таблица 2.14), вытекающей с болота Иласского, показал увеличение среднегодового расхода воды 67 л/с (1960–80-е) до 88 л/с (2010-е) (+31%). Это указывает на общее увеличение водности, вызванное ростом осадков, особенно в зимний период.

Таблица 2.14 – Средний расход воды в реке Черная (болото Иласское) за десятилетние периоды, л/сек

Период	Месяц												Ср. год.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1964*-1969	8	3	2	237	294	35	42	9	38	91	39	8	67
1970-1979	3	1	1	160	264	55	20	31	53	76	40	14	60
1980-1989	6	3	3	229	284	49	20	27	33	77	56	17	67
1990-1999	6	4	7	203	409	69	39	26	62	67	46	26	80
2000-2009	19	6	4	178	320	92	29	31	59	87	89	58	81
2010-2019	12	3	2	280	251	44	41	100	69	115	100	34	88

В 2000–2010-е годы зимние месяцы (январь, декабрь) становятся значительно многоводнее, чем в XX веке, что является прямым следствием более теплых зим. Одновременно с ростом расхода воды в зимний период отмечается сокращение расходов в период весеннего половодья (рисунок 2.29).

Сравнение по базовому и современному климатическим периодам показало изменение максимального расхода воды на реке Черная во втором периоде (2002–2020 гг.) по сравнению с первым (1964–2002 гг.). Положительное значение означает, что расходы воды во втором выросли, отрицательное – сократились.

В базовый период (1963–2002 гг.) максимальные расходы воды на р. Черная всегда наблюдались в период весеннего половодья. Средняя дата весеннего половодья приходилась на 29–30 апреля (рисунок 2.12). Среднее значение максимальных расходов воды за период 1963–2002 гг. составило 1757 л/с, также на этот период приходятся года с максимальными зарегистрированными расходами воды за весь период наблюдений (в 1979, 1995 и 1996 гг.).

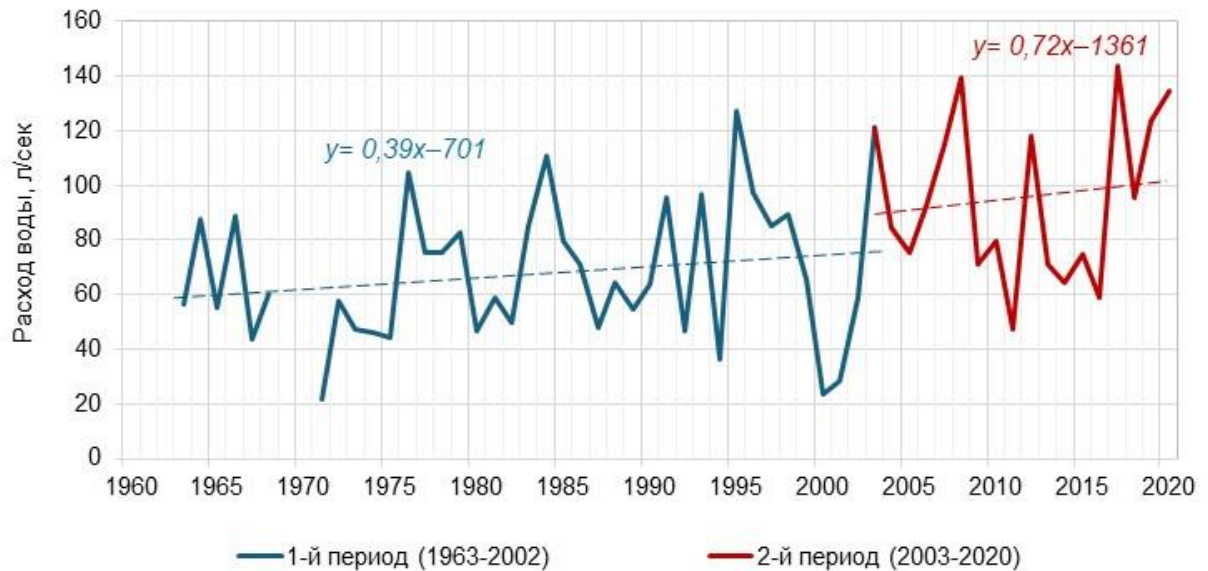


Рисунок 2.28 – Среднегодовой расход воды в реке Черная (болото Иласское), 1964–2020 гг.

В современном периоде (2003–2020 гг.) даты прохождения максимального расхода воды по р. Черная не всегда наблюдались в весенний период. В 2012 г. и в 2015 г. максимальные расходы воды наблюдались в период летних паводков, в августе. При этом анализ дат прохождения пиков весеннего половодья показал, что в среднем максимальные расходы весной наблюдаются в то же время, что в предыдущем периоде (28–29 апреля). Однако максимальные расходы во втором периоде существенно снизились (на 26%) и в среднем составляли 1293 л/с.

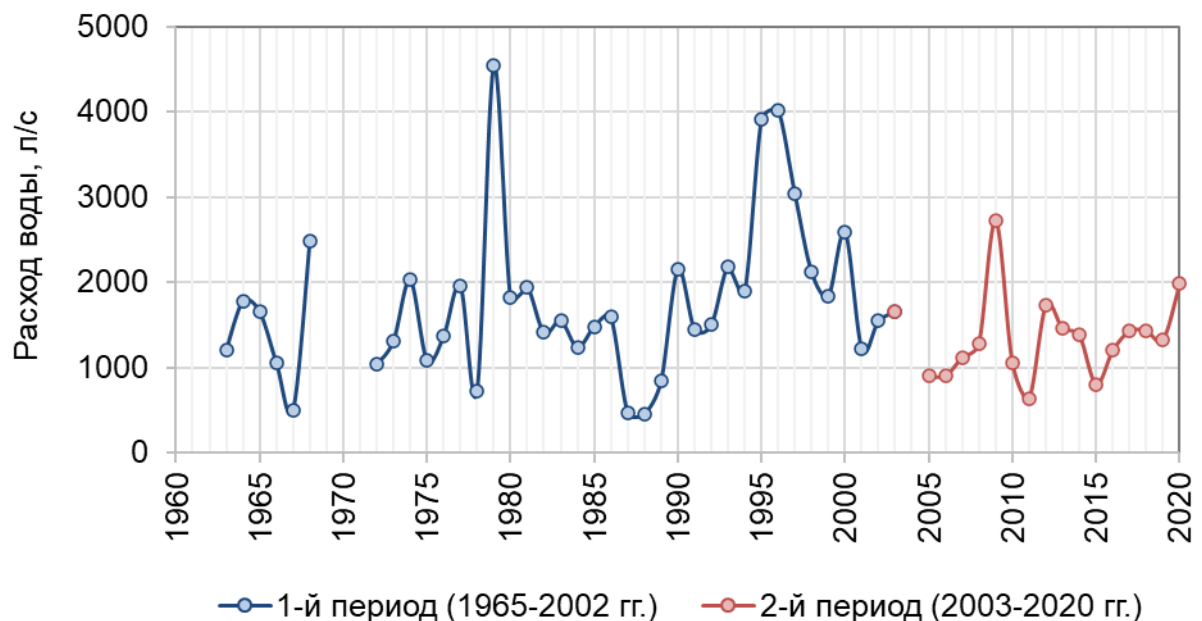


Рисунок 2.29 – Максимальные расходы воды на р. Черная (болото Иласское) в период 1963–2020 гг.

Анализ минимальных расходов воды за летний и зимний периоды на р. Черная показал, что в период с 1963 по 2002 гг. наблюдалось полное отсутствие стока как в период открытого русла, так и в период ледостава (9 и 21 лет соответственно). При этом во втором периоде с 2003 по 2020 гг. сток не прекращался ни в зимнюю, ни в летнюю межень.

В современном климатическом периоде (2003–2020 гг.) наблюдается увеличение стока с болота Иласское (рисунок 2.28). На реке Черная, средний годовой расход воды увеличился на 32 л/с, с 63 л/с в первом периоде до 95 л/с во втором. Наибольшее увеличение отмечается в апреле (+61 л/с), августе (+51 л/с) и ноябре (+62 л/с). Наименьшие изменения произошли в феврале и марте, когда среднемесячный сток вырос на 5 л/с.

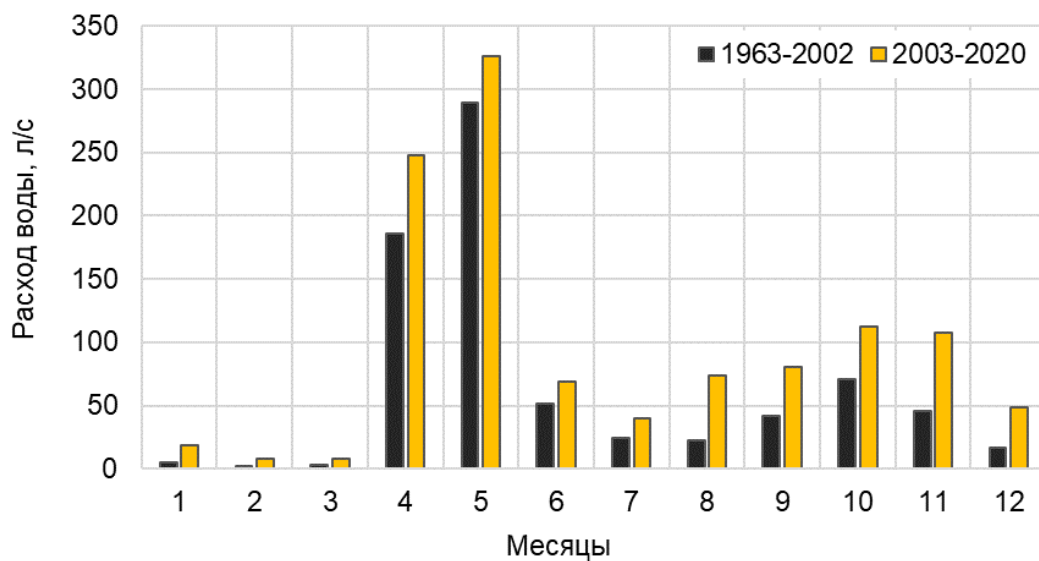


Рисунок 2.30 – Среднемесячный расход воды на р. Черная, вытекающей с болота Иласское за базовый (1963–2002 гг.) и современный климатический (2003–2020 гг.) периоды

*Болото Ламмин-Суо.* Для анализа стока с болота Ламмин-Суо использованы данные расходов воды по четырем постоянным ручьям, вытекающим с болота (Западный-1,2, Северный и Южный). В отличие от болота Иласского, на болоте Ламмин-Суо не наблюдается выраженного тренда к увеличению водности (таблица 2.15). За 70-летний период среднегодовой расход воды сильно колеблется (220–390 л/с) и в XXI веке не превышает значения прошлого. Пик максимальных расходов составил 391 л/с и пришелся на 1980-е годы, что коррелирует с максимальными осадками этого периода.

Отмечается значительный рост зимнего расхода воды (декабрь-март). В 2020–2024 гг. расход воды в зимние месяцы увеличился в 3-5 раз, по сравнению с началом наблюдений в 1950-е годы. В марте 2010–2019 гг. среднемесячный расход составил 36 л/с, тогда как в 1950–70-е годы он был значительно меньше и составлял 3–6 л/с. Причиной этого

является потепления зим, участвовавших оттепелей, таяния снежного покрова и увеличения количества дождей в холодный период.

Таблица 2.15 – Средний суммарный расход воды ручьев, вытекающих с болота Ламмин-Суо, за десятилетние периоды, л/сек

Период	Месяц												Ср. год.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1955*–1959	8	5	3	73	93	8	2	3	6	16	19	14	248
1960–1969	6	3	6	87	31	3	7	9	20	31	28	12	243
1970–1979	8	3	3	97	23	3	1	7	8	16	33	18	221
1980–1989	18	10	13	136	27	6	9	19	43	49	40	21	391
1990–1999	11	19	25	94	25	8	9	12	7	23	27	15	277
2000–2009	16	12	12	74	18	7	6	9	12	29	37	24	256
2010–2019	16	7	14	86	21	7	7	16	23	32	42	36	307
2020–2024*	20	26	36	71	17	3	1	6	7	32	35	18	272

Вслед за увеличением зимних расходов, произошло снижение пика весеннего половодья. Максимальный расход в апреле в XXI веке (71–86 л/с) снизился по сравнению с 1950–80-е годами (73–136 л/с). Основная причина – сокращение снеготаяния.

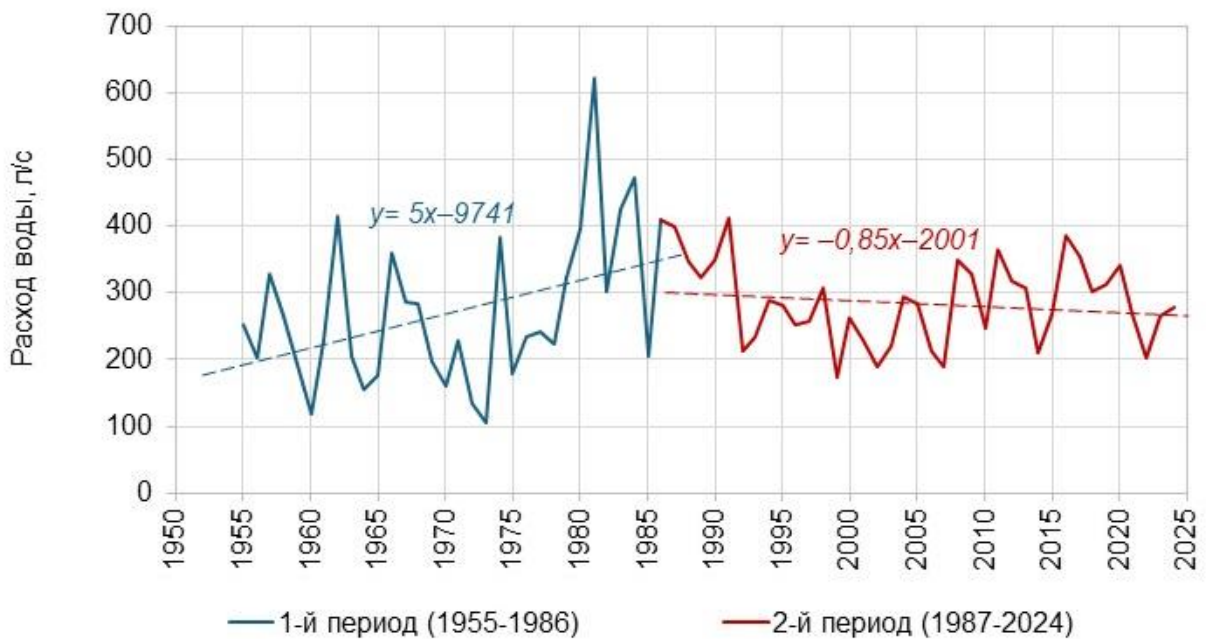


Рисунок 2.31 – Среднегодовой суммарный расход воды на четырех постоянных водотоках, вытекающих с болота Ламмин-Суо

Сравнение базового и современного периодов показало, что в первый период (1950–1986 гг.) даты прохождения максимального расхода воды по руч. Южному, через который происходит большая часть стока с болота Ламмин-Суо, всегда выпадали на период весеннего половодья (17–18 апреля), исключение составил только 1986 год, когда максимальный расход был зафиксирован в сентябре. Среднее значение максимальных расходов воды за период 1950–1986 гг. составил 501 л/с, также на этот период приходится год с максимальными зарегистрированными расходами воды (более 1000 л/с) за весь период наблюдений (в 1950, 1957 и 1966 гг.).

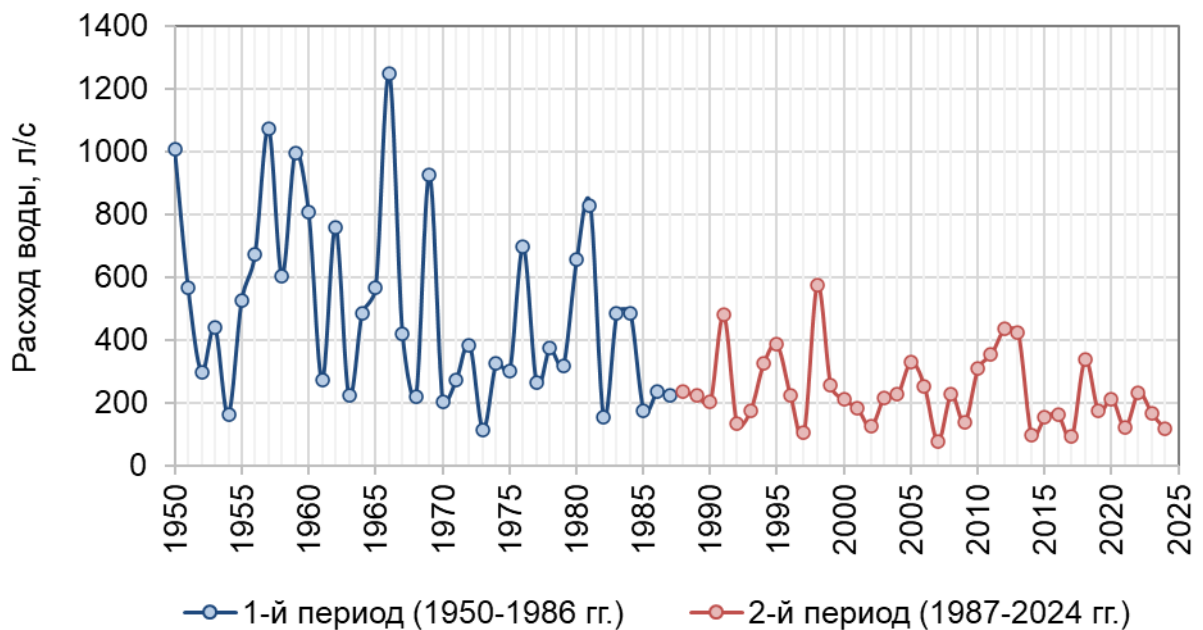


Рисунок 2.32 – Максимальный расход воды на руч. Южный (болото Ламмин-Суо) в период 1950–2024 гг.

В современный климатический период (1987–2024 гг.) даты прохождения максимального расхода воды по ручью Южному в 21% случаев наблюдались не в весенний период. В 2007, 2015, 2020 и в 2024 гг. максимальные расходы наблюдались в зимние месяцы, а в 2009, 2014, 2018 и 2023 гг. – в период с августа по октябрь. Анализ дат прохождения пиков весеннего половодья показал небольшое смещение на более ранние сроки (13–14 апреля), по сравнению с базовым периодом. При этом максимальные расходы воды во втором периоде существенно снизились (на 52%) и в среднем составили 238 л/с (рисунок 2.32).

Анализ минимальных летних расходов воды показал, что в первый период (1950–1986 гг.) сток отсутствовал в 84% случаев. В современном периоде (1987–2024 гг.) процент

случаев пересыхания русла ручья Южного снизился и составил 49% случаев. В зимний период отсутствие стока вследствие перемерзания русла в первом периоде (1950–1986 гг.) фиксировалось в 35% случаев, за второй период (1987–2024 гг.) процент случаев снизился на 27%.

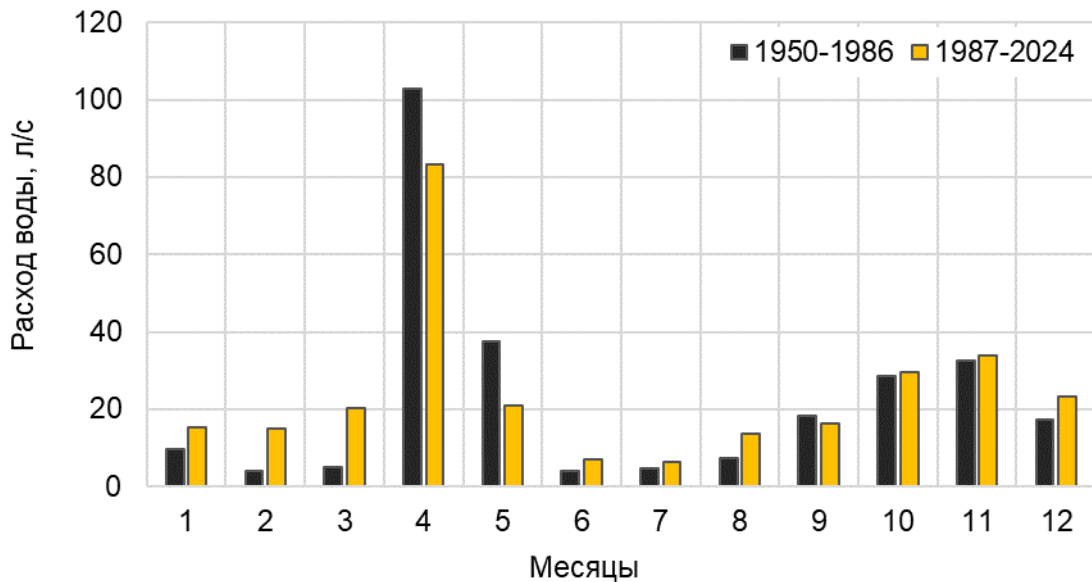


Рисунок 2.33 – Суммарный среднемесячный расход воды водотоков, вытекающих с болота Ламмин-Суо, за базовый (1955–1986 гг.) и современный климатический (1987–2024 гг.) периоды

Средний годовой расход воды на ручьях, вытекающих с болота Ламмин-Суо, между базовым (1955–1986 гг.) и современным климатическим (1987–2024 гг.) периодами изменился незначительно, увеличившись на 1 л/с, с 22.8 до 23.8 л/с. При этом значительные изменения произошли во внутригодовом распределении расхода воды (рисунок 2.33). За счет роста зимних температур и участвовавших оттепелей в зимний период (декабрь–март) среднемесячный расход воды увеличился от 5.4 до 14.4 л/с. Тогда как в весенний период (апрель–май), напротив, наблюдается наибольшее снижение среднемесячного расхода воды на 16.3–19.6 л/с.

### *Заклучение*

Для всего региона отмечается потепление (+2°C за 60 лет), особенно в зимний период. Одновременно с этим происходит увеличение осадков.

Для каждого из болот выделены базовый и современный климатический периоды методом поиска точка перелома по многолетним рядам среднегодовых температур воздуха.

Для болот Ленинградской области дата наступления современного климатического периода определена в 1987 году (болото Ламмин-Суо) и в 1988 году (болото Ларьянское). Для болота Иласского, расположенного в Архангельской области, современный климатический период начался на 15 лет позже, в 2003 году. При общей тенденции роста температуры воздуха и атмосферных осадков внутригодовое распределение отличается для болот Ленинградской и Архангельской области. Температура воздуха сильнее всего повысилась в зимний период, для болота Иласского в ноябре–феврале (2.6–3.1°C), для болот Ламмин-Суо и Ларьянское в январе–марте (2.2–3.4°C). Наибольший рост атмосферных осадков для Архангельской области (болото Иласское) наблюдался летом, в июле–августе (14–23 мм), для болот Ленинградской области наибольший рост осадков произошел в январе и феврале, и составил 17 мм для болота Ларьянское и 17–23 мм для болота Ламмин-Суо.

Для болот Ленинградской области наблюдается общая тенденция снижения уровней болотных вод. При этом рост температуры воздуха в зимний период привел к тому, что уровни болотных вод зимой повысились на возвышенных частях болот, а на участках, расположенных ближе к границе болота и на грядово-мочажинном комплексе – понизились. Снижение уровня на окрайках связано с улучшением дренирования болотных вод в теплые зимы. В результате произошло увеличение расходов воды в зимний период на водотоках, вытекающих с болота Ламмин-Суо.

Для Архангельской области (болото Иласское) уровни болотных вод меняются разнонаправленно, в зависимости от участка болота. На грядово-мочажинном комплексе наблюдается рост УБВ, особенно в зимний период, что вероятно связано с ростом температуры воздуха и увеличением осадков. На грядово-озерковом комплексе, напротив, отмечено снижение уровня болотных вод, что объясняется влиянием возросшего испарения в условиях роста температур, последствия которого более выражены на микроландшафте с открытой водной поверхностью (грядово-озерковые комплексы).

Отметим, что для болота Иласского (р. Черная) наблюдается увеличение годового стока, в то время как для болота Ламмин-Суо (суммарный сток), сток практически не изменился, за исключением многоводного периода в начале 1980-х годов, связанного с большим количеством выпавших осадков. Незначительное увеличение суммарного руслового годового стока с болота Ламмин-Суо за 74-х летний период связан с возросшим нерусловым стоком.

Сток болотных водотоков, наблюдаемый на болотных станциях, не полностью характеризует суммарный сток с болота. Внерусловой сток, происходящий посредством вертикальной и горизонтальной фильтрации на границе болота и прилегающего сушидола, может составлять значительную часть суммарного стока с болот. Такие факторы как

увеличение температуры воздуха и возросшее количество жидких осадков в зимний период, сокращение глубины промерзания деятельного слоя, облесение окраек болота и прочее, привели к улучшению дренирующей способности прилегающей территории и самой толщи верхнего горизонта торфяной залежи болота, что, в свою очередь, вызвало перестройку процессов формирования внеруслового стока. Особенно ярко это проявилось на болоте Ламмин-Суо. О возросшем недоучете стока, вызванном происходящими климатическими изменениями, подробнее будет рассказано в Главе 3.

На болоте Ламмин-Суо наблюдается отчетливое влияние потепления климата. Рост температуры воздуха и стока с болота в зимний период привели к перераспределению стока в течение всего года. На болоте Иласском, расположенном значительно севернее, влияние потепления климата пока не так явно выражено. Однако учитывая тенденцию к повышению температуры воздуха и то, что точка перелома в ряду температур воздуха здесь зафиксирована на 15 лет позже, в ближайшее десятилетие можно ожидать повторения тенденций в изменении водного режима, произошедшем на болоте Ламмин-Суо, а именно повышения зимних расходов воды и сокращения объемов весеннего половодья.

### Глава 3 Водный баланс верховых болот

В основе метода водного баланса лежит закон сохранения вещества, учитывающий его составляющие: приходные, расходные и аккумуляционные [Иванов, 1953; Новиков, 2019].

При исследовании верховых болот метод водного баланса применяется для решения различных задач в том числе: определения составляющих водного баланса и их соотношения; оценки влияния болот на сток рек; выявления роли болот в питании рек и озер; оценки последствий осушения болот на речной сток и др.

#### 3.1 Уравнение водного баланса верховых болот

Уравнение водного баланса за гидрологический год для верхового болота в общем виде выглядит следующим образом [Новиков, 2019]:

$$P - E - C_{\text{русл}} \pm B \pm \Gamma \pm \Delta W \pm \eta = 0$$

$P$  – атмосферные осадки, мм;  $E$  – испарение, мм,  $C_{\text{русл}}$  – русловой сток, мм;  $B$  – вертикальный водообмен, мм;  $\Gamma$  – горизонтальный водообмен, мм;  $\Delta W$  – изменение влагозапасов в деятельном слое торфяной залежи,  $\eta$  – невязка, мм. Под невязкой понимается суммарная ошибка определения элементов водного баланса и неучтенные факторы. Под влагозапасом понимается объем воды в деятельном слое, индикатором которого является положение уровня болотных вод. При малой величине невязки отрицательное значение суммарного изменения влагозапасов может говорить об оттоке болотных вод в прилегающие суходолы и вертикальной фильтрации в минеральные грунты. Положительное значение – о дополнительном притоке воды посредством водообмена болота и суходола.

Основной приходной частью водного баланса верхового болота являются атмосферные осадки. Основная составляющая расходной части складывается из испарения и стока с болота (рисунок 3.1.).

Сток с верхового болота, в зависимости от его вида, может быть определен тремя способами: воднобалансовым (климатический сток), расчетным (фильтрационный сток) и с помощью измерений (русловой сток).

*Климатический сток* ( $C_{\text{клим}}$ ) – определяется как разница атмосферных осадков ( $P$ ) и испарения ( $E$ ) и представляет собой потенциально возможный сток с болота.

$$C_{\text{клим}} = P - E$$

*Фильтрационный сток* ( $C_{\phi}$ ) – представляет собой суммарный сток, состоящий из горизонтального потока болотных вод, движущихся посредством горизонтальной фильтрации в деятельном слое торфяной залежи от генетического центра болота к периферии ( $C_{\text{бол}}$ ) и вертикального водообмена с нижележащими грунтами и подземными водами ( $B$ ).

$$C_{\phi} = C_{\text{бол}} \pm B$$

*Русловой сток* ( $C_{\text{русл}}$ ) – сток воды в водотоках, вытекающих из болота.

При отсутствии фильтрационного водообмена между болотом и прилегающей территорией русловой сток будет равен климатическому.

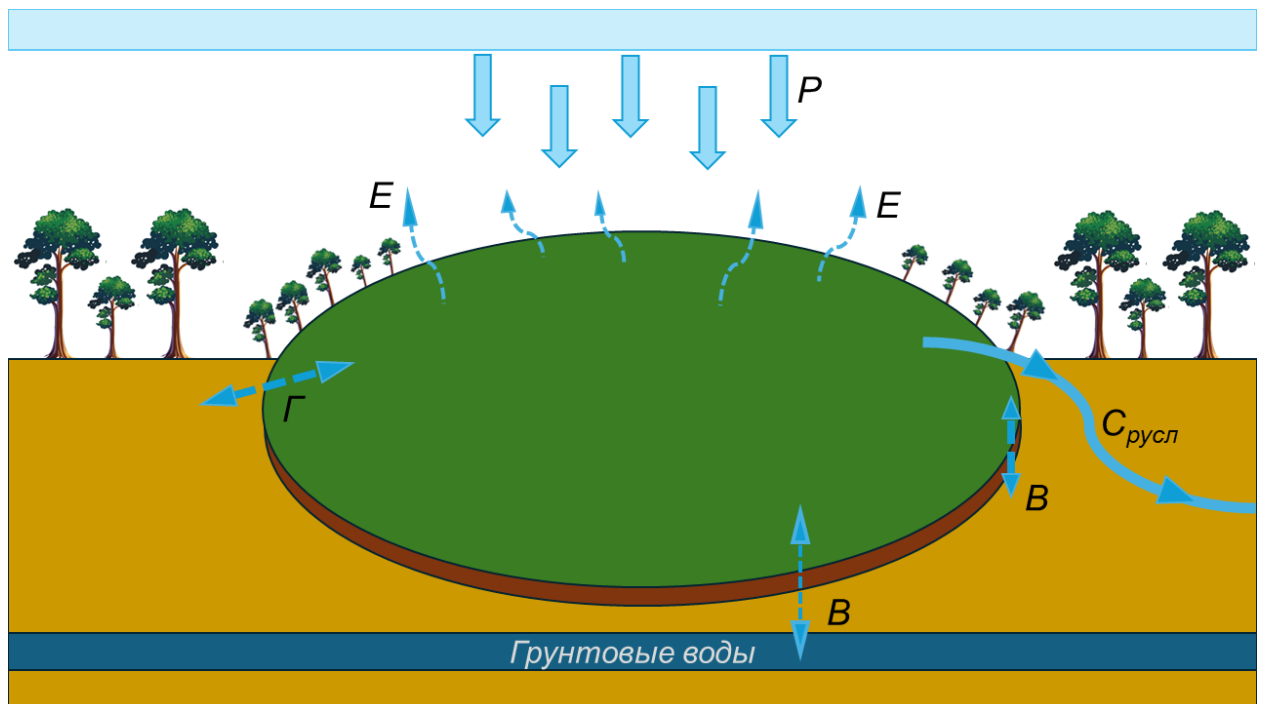


Рисунок 3.1 – Основные элементы водного баланса олиготрофного болота (P – атмосферные осадки, E – испарение,  $C_{\text{русл}}$  – русловой сток, B – вертикальный водообмен, Г – горизонтальный водообмен)

*Изменение влагозапасов* в деятельном слое торфяной залежи ( $\Delta W$ ) может быть рассчитано по следующей формуле [Новиков, 2003; 2019]:

$$\Delta W = \Delta Z * \xi$$

где  $\Delta Z$  – изменение уровня болотных вод за расчетный период,  $\xi$  – коэффициент водоотдачи деятельного слоя.

*Суммарная погрешность измеряемых составляющих водного баланса болота*

Определим суммарную погрешность измеряемых составляющих водного баланса, включая атмосферные осадки, испарение и русловой сток с болота.

Суммарная погрешность измерения атмосферных осадков осадкомером Третьякова зависит от вида осадков и относительной влажности воздуха и возникает за счет потерь на смачивание, а также испарения и конденсации на поверхности осадкомерного сосуда. Погрешность измерения составляет порядка 10-15% для жидких осадков, а для смешанных и твердых осадков может достигать 30-60% [Гаврилова, 2010]

Испарение на болотах, в зависимости от распространения болотных микроландшафтов, может включать как испарение с деятельного слоя торфяной залежи, так и испарение с поверхности воды, при наличии обводненных микроландшафтов (грядово-мочажинных и грядово-озерковых комплексов). Погрешность измерения испарения с поверхностного слоя торфяной залежи (испаритель ГГИ-Б-1000) и водной поверхности (испаритель ГГИ-3000) может составлять до 10-20% [Рекомендации..., 1976; Наставление..., 1985; Наставление..., 1990].

Использование гидрометрических лотков с V-образным (треугольным) вырезом для измерения руслового стока с болот обеспечивает высокую точность измерения расхода воды. Погрешность измерения составляет 1-3% [Железняков, 1966].

Согласно теории ошибок, при расчете суммарной ошибки для независимых случайных погрешностей применим формулу:

$$\Delta = \sqrt{\Delta p^2 + \Delta e^2 + \Delta c^2}$$

где  $p$  – ошибка измерения атмосферных осадков,  $e$  – ошибка измерения испарения с болота,  $c$  – ошибка измерения руслового стока.

Получим, что суммарная ошибка измеряемых составляющих водного баланса олиготрофного болота может составлять 28%.

Наиболее трудно определяемой составляющей водного баланса верховых болот является фильтрационный водообмен болота с прилегающей территорией, состоящий из вертикального (В) и горизонтального или диффузного (Г) водообмена.

Вертикальный водообмен происходит между болотом и подстилающими минеральными грунтами путем инфильтрационного стока болотных вод. Горизонтальный водообмен, или диффузный сток, представляет собой сток болотных вод в прилегающий суходол посредством горизонтальной фильтрации, минуя речную сеть [Иванов 1963, Новиков 2019].

Исследования К.Е. Иванова [Иванов, 1963] показывают, что величина водообмена с прилегающей территорией во многом зависит от характера рельефа, в котором располагается болото. Так на небольших по площади болотах, расположенных в межкамковых или термокарстовых понижениях, болотные воды могут дренироваться диффузным стоком в прилегающие суходолы и вертикальным стоком в подстилающие

минеральные грунты, не формируя русловой сток. И, напротив, для некоторых болот, доля руслового стока может быть значительной и составлять от 70 до 100%, как, например, в случае болот Ламмин-Суо и Иласское. Водообмен болота с прилегающей территорией может изменяться со временем под действием различных факторов.

Помимо вертикального и горизонтального фильтрационного водообмена с прилегающей территорией, на окрайках болота могут образовываться временные водотоки, функционирующие в периоды высокой водности.

Часть стока с болот, которую невозможно измерить, будем рассматривать как один из членов уравнения водного баланса –  $C_{\text{неизмер}}$ . Под  $C_{\text{неизмер}}$  будем понимать суммарный неизмеренный сток с болота, включающий в себя вертикальную и горизонтальную фильтрацию между болотом и прилегающим суходолом, а также недоучтенный русловой сток (при наличии временных водотоков). Так как на рассматриваемых верховых болотах на границе с суходолом, как правило, преобладают процессы разгрузки болотных вод в прилегающий суходол,  $C_{\text{неизмер}}$  будет иметь отрицательное значение в уравнении водного баланса.

В итоге получим уравнение водного баланса за гидрологический год в следующем виде:

$$P - E - C_{\text{русл}} \pm \Delta W - C_{\text{неизмер}} \pm \dot{q} = 0$$

### 3.2 Водный баланс болота Ламмин-Суо

Рассмотрим водный баланс верхового болота с значительной долей руслового стока, на примере болота Ламмин-Суо. Ранее для болота Ламмин-Суо водный баланс рассчитывался в работах [Рождественская, 1973; Новиков, 2003, 2019].

Расчет элементов водного баланса выполнен за период 1956-2024 гг. за каждый гидрологический год (с 1 ноября предыдущего года по 31 октября последующего).

*Атмосферные осадки* измерялись на метеорологической площадке, расположенной в генетическом центре болота (рисунок 2.4). Измерения проводились ежедневно с использованием осадкомера Третьякова.

*Испарение с болота* за вегетационный период (май–сентябрь) получено по данным наблюдений на испарительной площадке (генетический центр болота). Измерения проводились один раз в десять дней испарителем ГГИ-Б-1000. Испарение в зимний период, определены согласно Рекомендациям по расчету испарения с поверхности суши [Рекомендации..., 1976]. Расчет испарения описан в разделе 2.2.4.

Русловой сток с болота определялся по данным ежедневных измерений на водотоках, вытекающих с болота (ручьи Западный 1 и 2, Северный и Южный) (рисунок 2.4).

Изменение влагозапасов в деятельном слое торфяной залежи рассчитывалось по формуле:

$$\Delta W = \Delta Z * \xi$$

где  $\Delta Z$  – изменение уровня болотных вод за расчетный период,  $\xi$  – коэффициент водоотдачи деятельного слоя.

Изменение уровня болотных вод рассчитано по данным наблюдений на 11 скважинах болотных вод, расположенных в центральной части, на склоне и окрайках болота Ламмин-Суо. Коэффициент водоотдачи определен в соответствии с преобладающими микроландшафтами в районе каждой из скважин по данным [Воробьев, 1969; Новиков, 2019].

Результаты расчета водного баланса болота Ламмин-Суо за период 1956-2024 гг. представлены в таблице Г.1 (Приложение Г) и на рисунке 3.2.

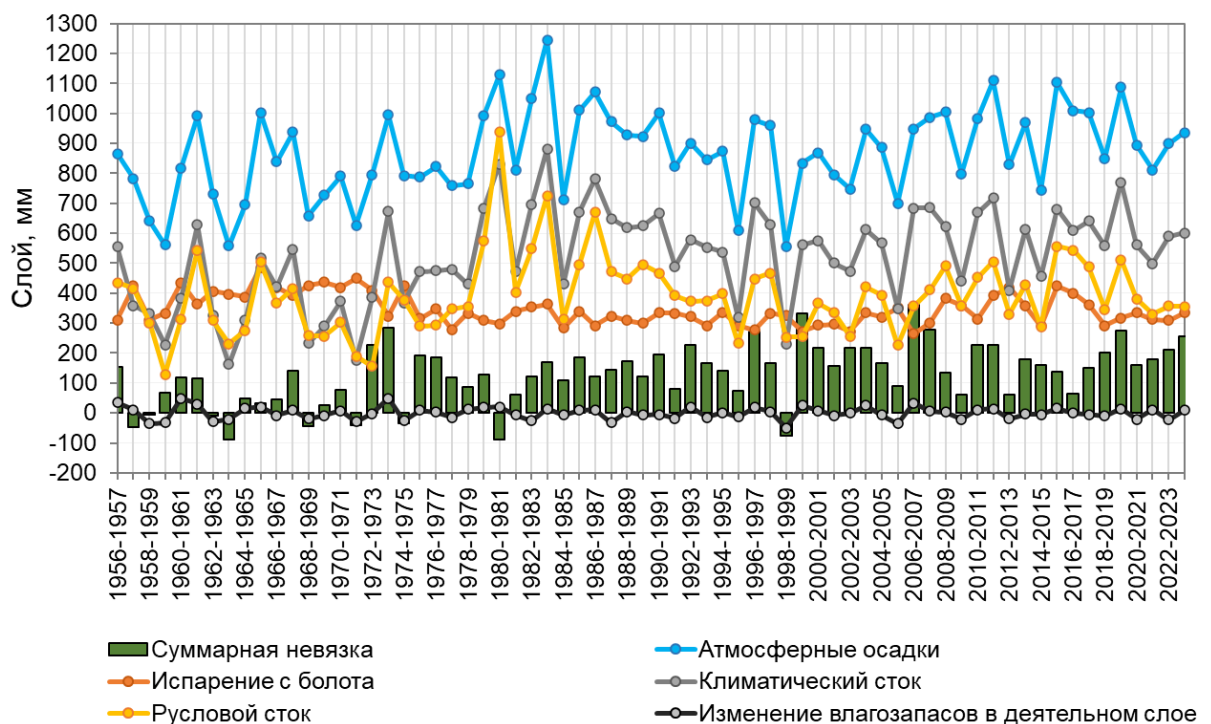


Рисунок 3.2 – Изменение элементов водного баланса болота Ламмин-Суо за период 1956–2024 гг.

Анализ данных за 68-летний период показывает рост атмосферных осадков и климатического стока при сокращении испарения. Русловой сток изменился незначительно. До 1981 г. составляющая ( $C_{неизмер} \pm \eta$ ) в разные годы имела как

положительное, так и отрицательное значение, однако после 1981 г. отрицательное значение отмечалось лишь раз в 1998–1999 гг., когда выпало минимальное количество осадков.

Сравнение элементов водного баланса болота Ламмин-Суо по базовому (1956–1986 гг.) и современному климатическому (1987–2024 гг.) периодам (таблица 3.1), показало, что во втором периоде средний слой осадков увеличился на 8%, испарение с поверхности болота сократилось на 12%, климатический сток вырос на 24%, при этом для руслового стока отмечается сравнительно небольшой рост (3%). Составляющая  $S_{\text{неизмер}} \pm \dot{\eta}$  выросла более чем в два раза (122%). Изменение влагозапасов в деятельном слое оказалось несущественным, по сравнению с остальными составляющими водного баланса, оно составило всего –4 мм.

Таблица 3.1 – Изменение элементов водного баланса на болоте Ламмин-Суо за выделенные периоды, мм

Период	Атмосферные осадки	Испарение с болота	Климатический сток	Русловой сток	Изменение влагозапасов в деятельном слое	Суммарная невязка
1956–2024	869	345	524	393	0	130
<i>Периоды, выделенные на основе температуры воздуха (1956-1986 и 1987-2024 гг.)</i>						
1-ый период 1956–1986	830	370	460	383	2	78
2-ой период 1987–2024	895	327	569	394	-2	173
$\Delta$	65	-44	109	10	-4	95
<i>Периоды, выделенные на основе интегральной кривой (1956–1972, 1973–1986 и 1987–2024 гг.)</i>						
1-ый период 1956–1972	766	400	366	318	0	48
2-ой период 1973–1986	913	331	582	469	4	117
3-ий период 1987–2024	900	326	574	401	-2	172
$\Delta$ (между 1-ым и 3-им периодами)	134	-74	208	83	-1	124

Значительная разница между климатическим и русловым стоком подтверждает возросший отток болотных вод в прилегающий суходол и подземные водоносные горизонты ( $S_{\text{неизмер}}$ ), а также может быть связана с погрешностью расчета испарения с поверхности болота ( $\dot{\eta}$ ). Измерение испарения проводится на куполе болота, характеризующегося

моховым микроландшафтом, тогда как на территории болота наиболее распространенными являются мохово-травяные и лесные микроландшафты.

Разделение ряда данных на периоды по температуре воздуха (базовый и современный) может не полностью характеризовать процессы, приводящие к изменению составляющих водного баланса болота Ламмин-Суо. Для установления начала периода изменений гидрологического режима болота однородность ряда составляющей  $S_{\text{неизмер}} \pm \dot{\eta}$  была оценена графическим способом. Для этого был применен метод, предложенный [Шикломанов, 1989], в котором нарушение однородности ряда устанавливается путем построения интегральной кривой. При наличии резкого изменения угла наклона графика в год, когда это произошло, принимают на начало изменений в гидрологическом режиме исследуемого объекта.

Полученные результаты показали, что угол наклона интегральной кривой изменился дважды, что позволило выделить три периода: 1956–1972, 1973–1986 и 1987–2024 гг. Таким образом, в сравнении с периодами, выделенными по точке перелома температуры воздуха, для водного баланса болота добавился дополнительный, переходный период, продолжавшийся с 1973 по 1986 г. (рисунок 3.3).

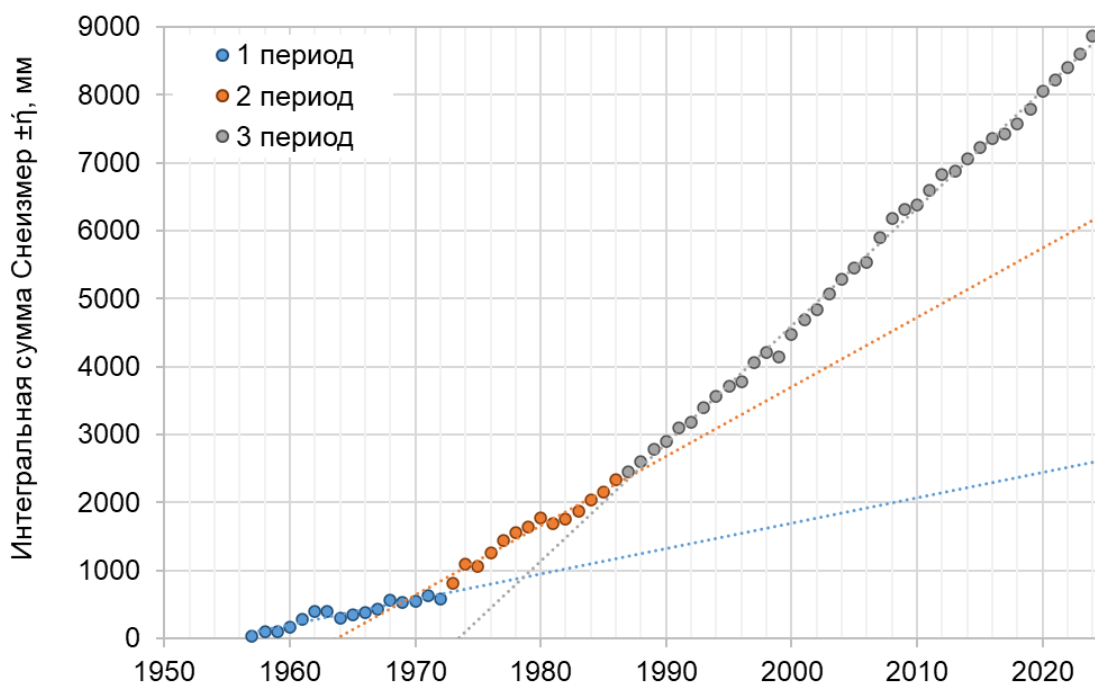


Рисунок 3.3 – Интегральная кривая составляющей  $S_{\text{неизмер}} \pm \dot{\eta}$  на болоте Ламмин-Суо за период 1956–2024 гг.

Обнаруженный переходный период (1973–1986 гг.) характеризует перестроение водного режима болота между двумя продолжительными периодами с различными

климатическими условиями (рисунок 3.4). Увеличение среднего значения  $C_{\text{неизмер}} \pm \dot{\eta}$  с 48 мм в первом периоде до 172 мм в третьем периоде (таблица 3.1) подтверждает изменившиеся условия и возросший недоучет не измеряемых элементов водного баланса.

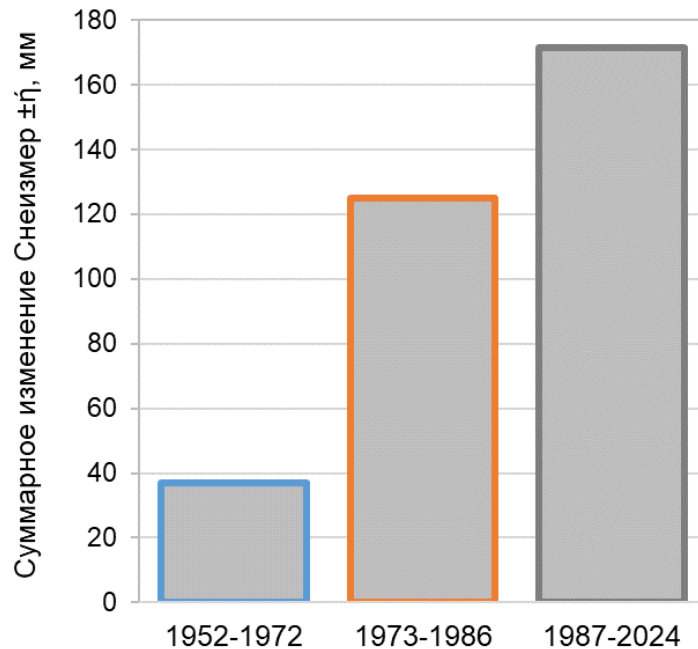


Рисунок 3.4 – Среднее значение суммы неизмеренного оттока воды и невязки водного баланса ( $C_{\text{неизмер}} \pm \dot{\eta}$ ) на болоте Ламмин-Суо за три выделенных периода

### 3.2.1 Возможные причины роста недоучета стока с болота

Увеличение количества атмосферных осадков, наблюдавшееся на болоте Ламмин-Суо в период 1980–1984 гг., могло привести к росту фильтрационного стока и образованию дополнительных каналов стока с болота.

Косвенным признаком возросшего не измеряемого стока с болота является характер изменения уровня воды в болотном озере, расположенном в северо-западной части болота, вблизи генетического центра (рисунок 3.4). К 1987 году уровень воды в озере, а также уровень болотных вод вблизи озера (скважины 101 и 104) повысился и достиг пиковых значений из-за максимальных осадков в период 1980–1987 гг. (рисунок 3.5, а). Начиная с 1984 года разница между уровнем озерных и болотных вод вблизи озера уменьшилась. Вероятно, это связано с тем, что высокое стояние болотных вод привело к увеличению их стока в том числе за счет разгрузки в подземные воды на окрайке болота, тогда как сток воды из озера, расположенного вдали от окрайки, вырос незначительно (рисунок 3.5, б).

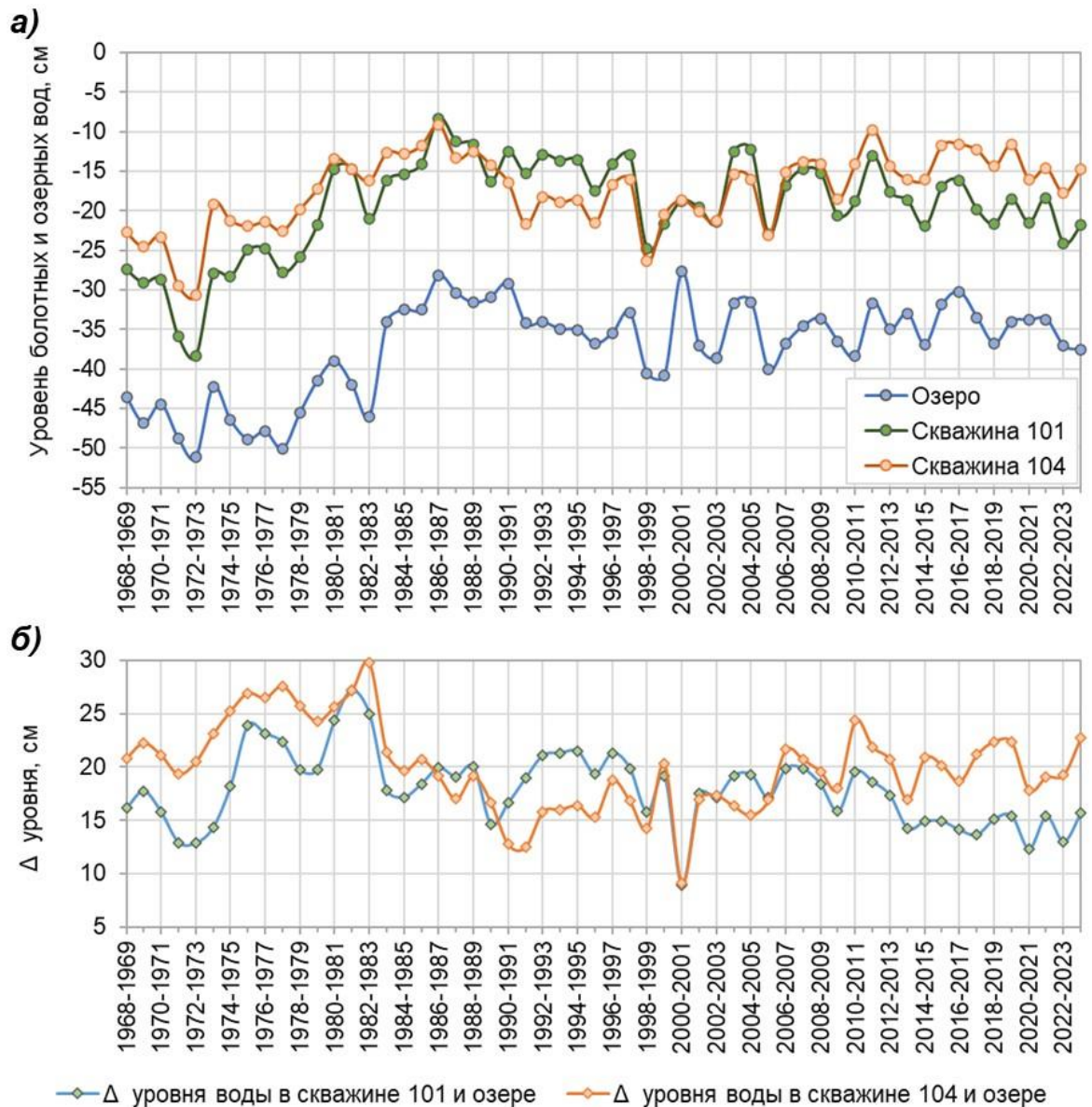


Рисунок 3.5 – Среднегодовые уровни озерных и болотных вод за гидрологический год за период 1968–2024 гг. (а); разница среднегодовых уровней болотных и озерных вод за период 1968–2024 гг. (б)

Другим фактором возросшего недоучета стока может являться увеличившийся водообмен болота и прилегающего суходола. В случае болота Ламмин-Суо линии стекания направлены от купола на западную, южную и северную стороны болота. Достигая границы болота и суходола потоки болотных вод формируют ручьи, однако часть стока с болота происходит по контуру, минуя русловую сеть. Сток с болота, зависит от промерзания (как в самом деятельном слое, так и на границе болота и суходола). В современных условиях рост температуры воздуха в зимний период привел к уменьшению глубины промерзания (Раздел 2.2.6), что увеличило внерусловый сток с болота в зимний период.

### 3.2.2 Особенности определения испарения с болота Ламмин-Суо

Еще одна причина роста составляющей  $C_{неизмер} \pm \dot{\eta}$  может быть отнесена к невязке ( $\dot{\eta}$ ) и состоять в неточности определения испарения с поверхности болота. Такое предположение подтверждается тем, что рост температуры воздуха, отмечаемый на болоте Ламмин-Суо с 1987 года и возросшее количество годовых осадков должны были привести к росту испарения, однако данные наблюдений по испарительной площадке показывают, что после 1986 года среднегодовое испарение во втором периоде сократилось на 45 мм.

Расчет испарения проводится по данным испарительной площадки, расположенной в районе генетического центра болота Ламмин-Суо. Этот участок болота относится к моховой группе болотных микроландшафтов. За 68-летний период наблюдений группа микроландшафтов на участке не изменилась, однако древесный ярус, представленный сосной, вырос: высота деревьев увеличилась от 1–2,5 (1950-е годы) до 2,5–4 до 6 метров (2015–2020 гг.), сомкнутость крон выросла с 0,2 до 0,4 по данным [Новиков, 2019]. Исходя из этого можно говорить о том, что в современных условиях, даже при сохранении группы микроландшафтов, микроклиматические условия участка расположения испарительной площадки не соответствуют начальному периоду наблюдений.

Для выявления микроклиматических особенностей различных групп микроландшафтов 25 сентября 2025 года на болоте Ламмин-Суо были выполнены съемки, включающие измерение скорости ветра, температуры и влажности воздуха. Влажность воздуха измерялась на высоте 0 м, температура воздуха на высоте 0 и 2 м, скорость ветра на высоте 2 м. Измерения проводились по продольному профилю болота и были привязаны к местам расположения скважин болотных вод (рисунок 3.6, б).

На всех точках измерения ветер отсутствовал, что усилило пространственную неоднородность распределения температуры и влажности воздуха (рисунок 3.6, а). Наименьшая разница температуры воздуха наблюдалась на открытых участках, представленных мохово-травяным микроландшафтом (скв. 108). На грядово-мочажинном микроландшафте (скв.107б) зафиксирована наибольшая влажность воздуха в приземном слое (44%). Наименьшая влажность воздуха (33%) отмечена на наиболее облесенной южной окраине болота (скв. 109).

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что увеличение облесенных (лесных) или же напротив, открытых (мохово-травяных) микроландшафтов, оказывает влияние как на температурный режим, так и на влажность воздуха. Для болота Ламмин-Суо за 70-летний период соотношение болотных микроландшафтов значительно изменилось: площадь мохово-травяной группы выросла с 29 до 50%; площадь лесной

группы с 3 до 21%. В современных условиях изменение распределения болотных микроландшафтов необходимо учитывать при расчете суммарного испарения с болота.

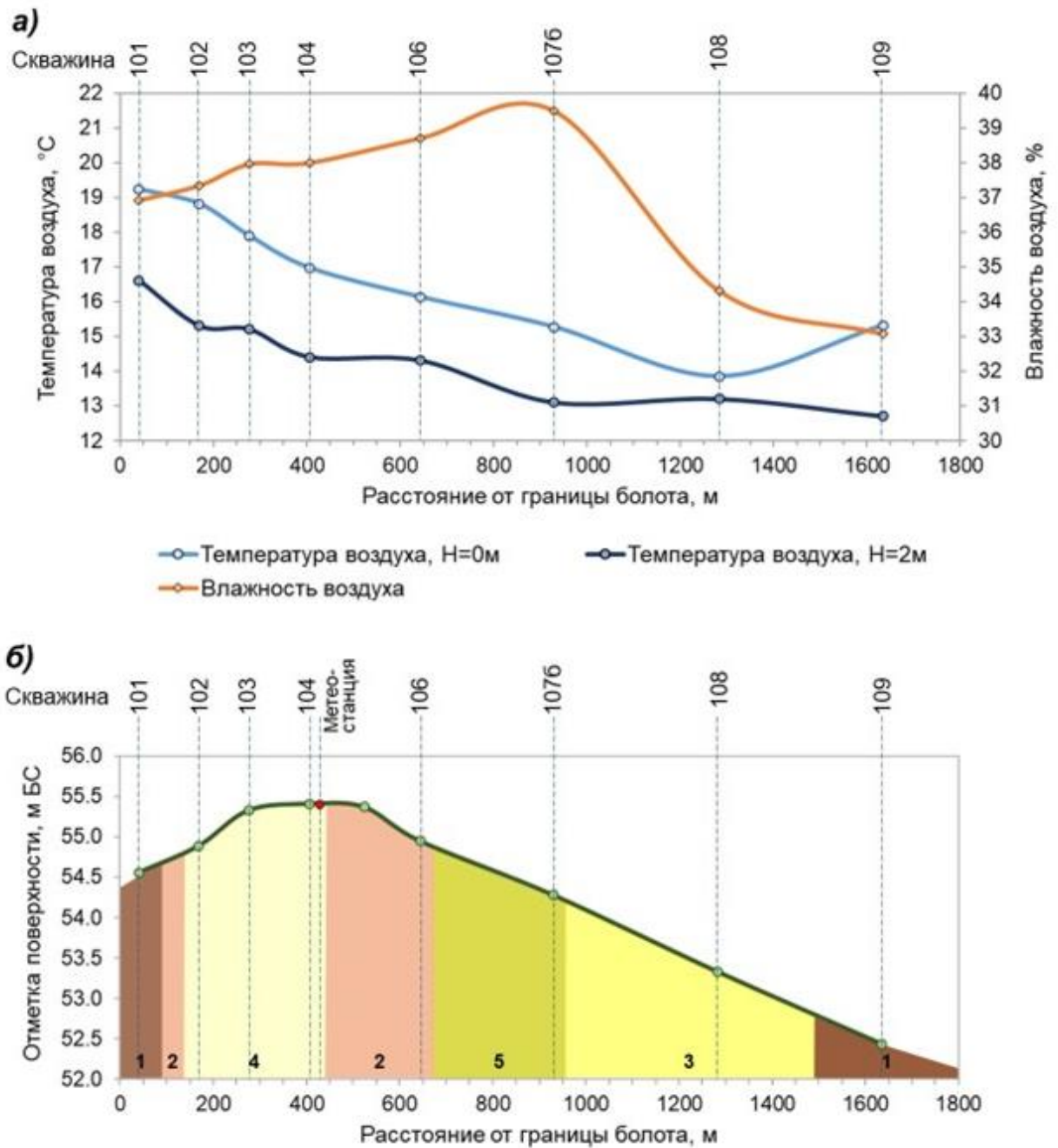


Рисунок 3.6 – Результаты микроклиматических съемок, выполненных на разных типах болотных микроландшафтах, 25 сентября 2025 г.

*а) - температура воздуха на уровне поверхности болота и на высоте 2 м, влажность воздуха на уровне поверхности болота; б) - вертикальный профиль болота и границы распространения микроландшафтов (1 – лесные, 2 – мохово-лесные, 3 – мохово-травяные, 4 – моховые, 5 – грядово-мочажинные)*

### 3.3 Водный баланс болота Иласское

С болота Иласского берет начало несколько водотоков, в том числе р. Брусовица, руч. Иласский, р. Черная, р. Бабья и другие. Наиболее продолжительные наблюдения за стоком выполнялись на реке Черная с 1963 года по настоящее время (данные доступны до 2020 г.). Водный баланс рассчитан для участка болота Иласского, ограниченного водосбором реки Черная (рисунок 3.7).

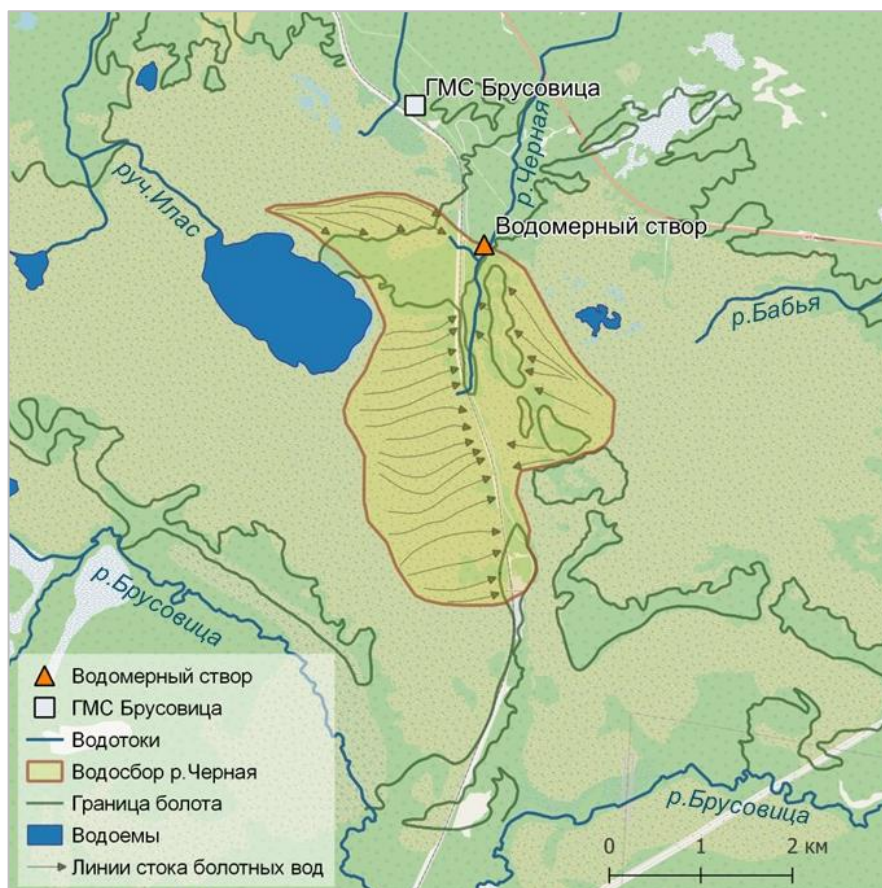


Рисунок 3.7 – Водосбор реки Черная, болото Иласское

Расчет элементов водного баланса выполнен за период 1956–2024 гг. за каждый гидрологический год (с 1 ноября предыдущего года по 31 октября последующего) по данным наблюдений на болотной станции Брусовица.

*Атмосферные осадки* определялись по данным наблюдений на гидрометеостанции (ГМС) Брусовица, расположенной на суходоле, вблизи болота, там же измерялась температура воздуха.

*Испарение* с болота было рассчитано как среднее значение для грядово-мочажинного и грядово-озеркового микроландшафтов. Наблюдения за испарением с поверхности болота были начаты в 1958 году на грядово-мочажинном комплексе (ГГИ-Б-1000), в 1961 году

добавились наблюдения за испарением с поверхности болота на грядово-озерном комплексе (испаритель ГГИ-Б-1000), наблюдения были прекращены в 1989 и 1990 годах соответственно. Измерение испарения с поверхности воды (испаритель ГГИ-3000) проводится с 1964 года по настоящее время (данные доступны до 2020 г.). Испаритель установлен на плоту в озерке площадью 300 м<sup>2</sup>. Расчёт испарения описан в Разделе 2.2.4.

Сток с водосбора р. Черная получен по данным наблюдений на водомерном посту, который располагается на суходоле в 300 м от крайки болота. Площадь водосбора р. Черная составляет 8,9 км<sup>2</sup>, из которых 63% представлены болотом, 24% лесом и 2% – озера. Через реку Черная осуществляется сток с северо-восточной части болотного массива.

Изменение влагозапасов в деятельном слое торфяной залежи ( $\Delta W$ ) определено аналогично болоту Ламмин-Суо. Изменение уровня болотных вод рассчитано по 3 скважинам болотных вод, две из которых расположены на грядово-мочажинном комплексе и одна на грядово-озерковом. Коэффициент водоотдачи определен в соответствии с преобладающими микроландшафтами в районе каждой из скважин по данным [Калужный, 2019].

Результаты расчета водного баланса для болота Иласское представлены в таблице Г.2 (Приложение Г) и на рисунке 3.8.

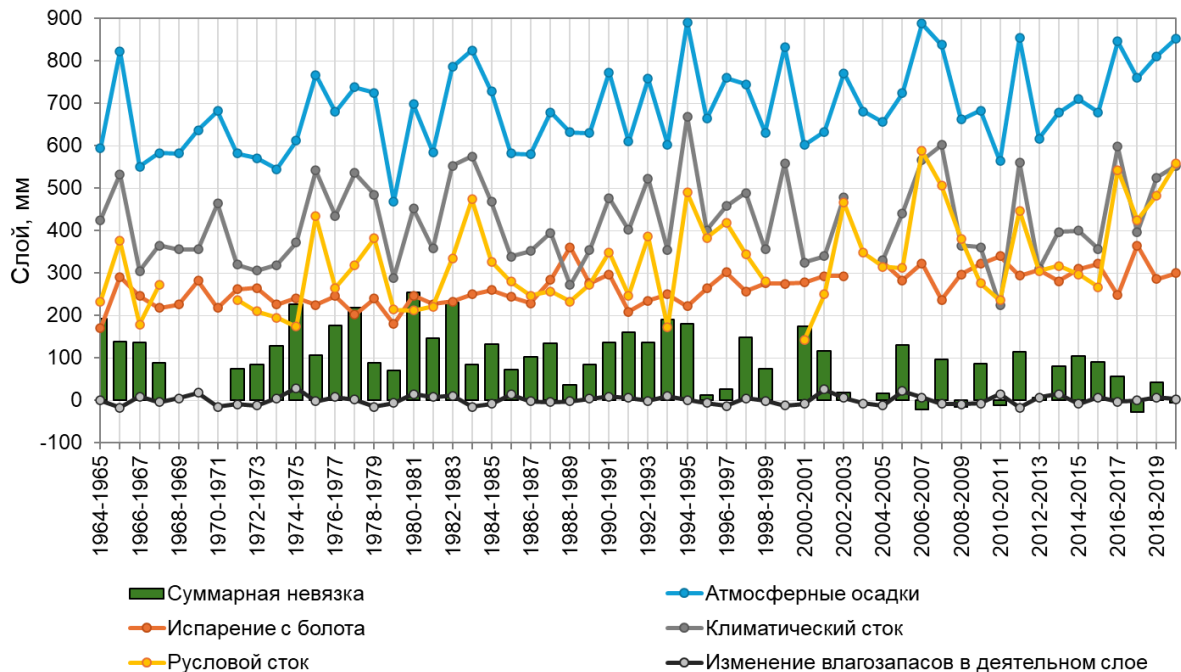


Рисунок 3.8 – Изменение элементов водного баланса участка болота Иласское (водосбор р. Черная) за период 1964–2020 гг.

Сравнение между базовым (1964–2002 гг.) и современным (2003–2020 гг.) периодами, выделенным по точке перелома в ряду температур воздуха на болоте Иласском, показало, что во втором периоде средний слой осадков увеличился на 10%, испарение с поверхности болота выросло на 21%, климатический сток вырос незначительно (5%), при этом для руслового стока отмечается значительный рост, составивший 36% (таблица 3.2). Суммарная составляющая  $C_{неизмер} \pm \dot{\eta}$  во втором периоде сократилась более чем в два раза (–66%). Изменение влагозапасов в деятельном слое оказалось несущественным, по сравнению с остальными составляющими водного баланса оно составило менее +1 мм.

Иными словами, для болота Иласского наблюдается картина противоположная болоту Ламмин-Суо, когда составляющая  $C_{неизмер} \pm \dot{\eta}$  во втором периоде сократилась, что может говорить о более высокой точности определения составляющих элементов водного баланса и малых величин неучтенных факторов, таких как нерусловой сток на окрайках болота.

Таблица 3.2 – Изменение элементов водного баланса на водосборе реки Черная за выделенные периоды, мм

Период	Атмосферные осадки	Испарение с болота	Климатический сток	Русловой сток	Изменение влагозапасов в деятельном слое	Суммарная невязка
Общий период 1964–2020	690	266	424	324	0	100
<i>Периоды, выделенные на основе температуры воздуха (1964–2002 и 2003–2020 гг.)</i>						
1-ый период 1964–2002	667	250	418	288	0	128
2-ой период 2003–2020	737	302	439	393	1	44
$\Delta$	70	52	21	105	1	-84
<i>Периоды, выделенные на основе интегральной кривой (1964–2001, 2001–2020 гг.)</i>						
1-ый период 1964–2001	666	248	422	294	0	127
2-ой период 2002–2020	730	299	434	373	1	55
$\Delta$	64	51	12	79	1	-72

Для уточнения наступления второго периода, характеризующего изменение водного режима болота Иласское, был применен метод поиска нарушения однородности ряда по интегральной кривой, аналогично болоту Ламмин-Суо (рисунок 3.9). По изменению угла

наклона интегральной кривой составляющей  $C_{\text{неизмер}} \pm \dot{\eta}$  было обнаружено, что наступление второго периода произошло на год раньше (2002 г.), по сравнению с периодами, выделенными по температуре воздуха (2003 г.).

Среднее изменение  $C_{\text{неизмер}} \pm \dot{\eta}$  на болоте Иласское по уточненным периодам составило 127 мм в первом периоде (1965–2001 гг.) и далее сократилось до 75 мм во втором периоде (2002–2020 гг.).

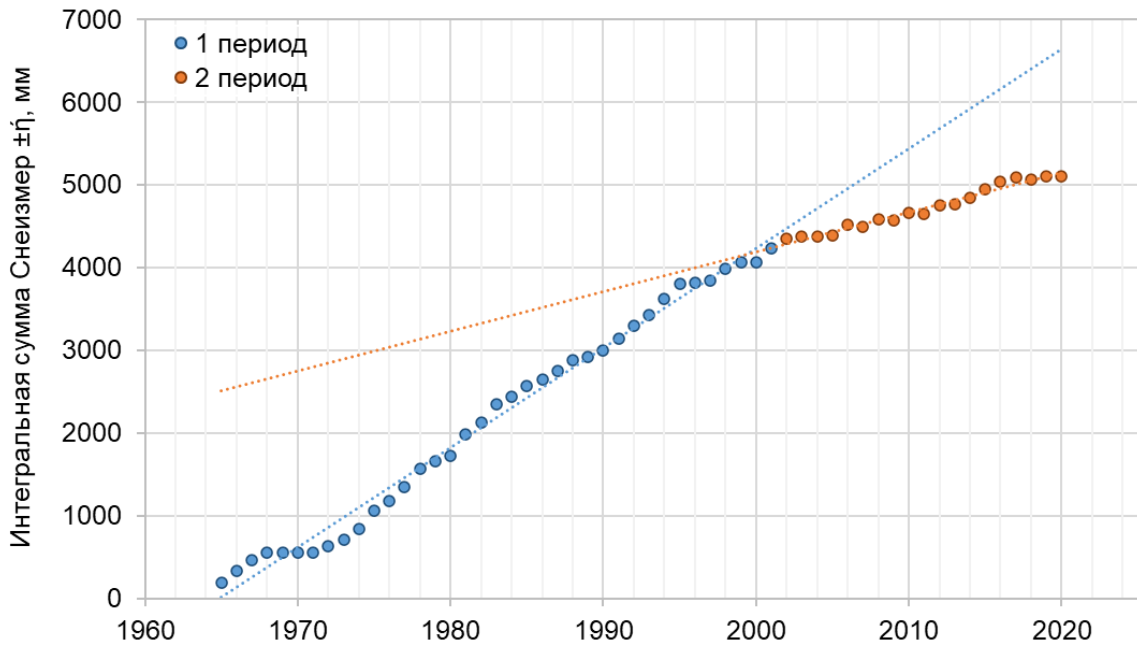


Рисунок 3.9 – Интегральная кривая составляющей  $C_{\text{неизмер}} \pm \dot{\eta}$  на болоте Иласское за период 1964–2020 гг.

Ввиду особенностей строения водосбора реки Черной можно предположить, что в отличие от болота Ламмин-Суо, в случае болота Иласского преобладающим компонентом в составляющей водного баланса  $C_{\text{неизмер}} \pm \dot{\eta}$  является невязка ( $\dot{\eta}$ ). Если принять, что ошибки определения количества атмосферных осадков и величины стока реки Черной находятся в пределах точности вычисления водного баланса, основная часть невязки будет складываться из неточности определения испарения.

Периоды, выделенные по интегральной кривой, для суммы неизмеренного оттока воды и невязки водного баланса ( $C_{\text{неизмер}} \pm \dot{\eta}$ ) практически полностью совпадают с периодами, выделенными по температуре воздуха. Во втором периоде (2002–2020 гг.) произошло сокращение составляющей  $C_{\text{неизмер}} \pm \dot{\eta}$  со 128 до 48 мм (рисунок 3.10). Это может быть объяснено возросшим стоком реки Черная, так как увеличение расходов воды повысило точность их измерения. Помимо этого, на расположенном севернее болоте

Иласском до настоящего времени не проявились процессы увеличения дренирующего стока на границе болота и прилегающего суходола.

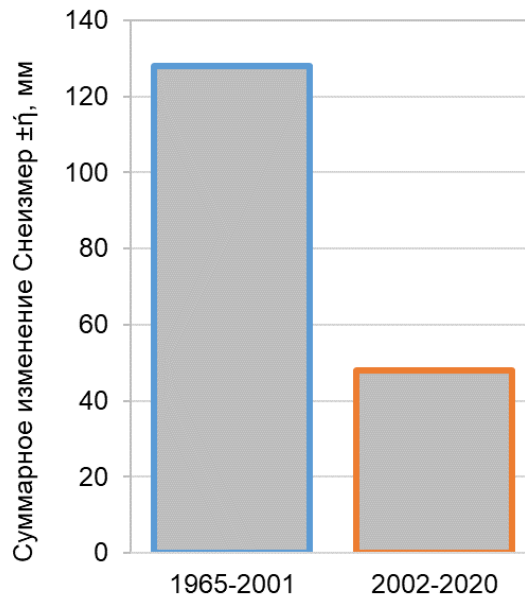


Рисунок 3.10 – Среднее значение суммы неизмеренного оттока воды и невязки водного баланса ( $C_{неизмер} \pm \hat{\eta}$ ) на болоте Иласское (водосбор р. Черная) за два выделенных периода

### 3.3.1 Особенности определения испарения с болота Иласское

Рассмотрим многолетние изменения испарения с разных подстилающих поверхностей за вегетационный период (рисунок 3.11). В качестве вегетационного периода принят промежуток времени с июня по сентябрь. Исключение мая объясняется тем, что наблюдения за испарением зачастую начинаются в разные даты и не всегда совпадают с началом месяца. Таким образом, период с июня по сентябрь выбран для объективного сравнения испарения за одинаковый период наблюдений. Испарение за вегетационный период с поверхности болота за 1991–2020 гг. было рассчитано по данным измерения с плавучего испарителя на болотном озерке, расположенном в грядово-озерковом микроландшафте. Для расчета были использованы уравнения линейной регрессии, составленные по данным за совместный период наблюдений на грядово-озерковом и грядово-мочажинном микроландшафте.

С середины 1980-х – конца 1990-х годов наблюдается рост температуры воздуха в вегетационный период и как следствие увеличение суммарного испарения. Рассчитанное испарение с поверхности болота также возросло. Следует учитывать, что в отличие от испарения с воды, испарение с торфа может значительно сокращаться в условиях высокой

температуры воздуха при продолжительном отсутствии осадков. Таким образом, полученные значения испарения с поверхности могут превышать реальные.

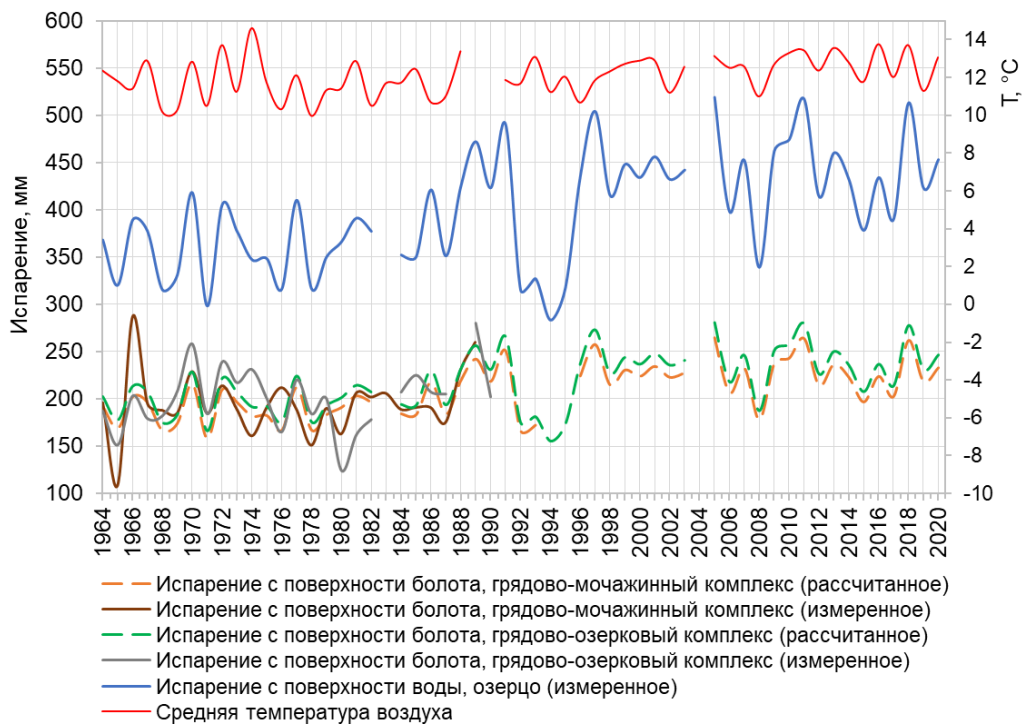


Рисунок 3.11 – Испарение с поверхности воды и поверхности болота Иласское, измеренное и рассчитанное за вегетационный период (июнь-сентябрь)

Отметим, что значения испарения с поверхности болота, рассчитанные по уравнениям регрессии за период 1991–2020 гг., не оказали значительного влияния на невязку водного баланса. Таким образом, можно предположить, что и последующие изменения не в полной мере зависят от погрешности расчета испарения.

### 3.3.2 Сравнение изменения влагозапасов в деятельном слое на болотах Ламмин-Суо и Иласское

Сравнение нарастающих сумм изменения влагозапаса в деятельном слое болот Ламмин-Суо и Иласское показывает разнонаправленные изменения (рисунок 3.12).

На болоте Ламмин-Суо наибольший рост изменения влагозапаса совпал с периодом максимальных атмосферных осадков в начале 1980-х годов, после чего со второй половины 1980-х годов оно понизилось и остается на сравнительно низком уровне, по сравнению в периодов 1956-1986 гг. Сокращение изменения влагозапасов, на фоне возросших атмосферных осадков, подтверждает увеличение неучтенного стока воды с болота.

На болоте Иласском, напротив, график нарастающей суммы изменения влагозапасов показывает устойчивый рост, что связано с увеличением осадков и незначительным водообменом между окрайкой и прилегающим суходолом.

Следует отметить, что приведенная большая разница роли в водном балансе водообмена на окрайках с прилегающей территорией на рассматриваемых болотах состоит в том, что в первом случае расчет выполнен для всего болота Ламмин-Суо, а во втором – только для водосбора р.Черной, границы которого имеют незначительное соприкосновение с суходолом. Большая часть границы водосбора р.Черной проходит по мощным торфяным отложениям, где отсутствует (согласно сетке стекания болотных вод) фильтрационный отток за пределы водосбора.

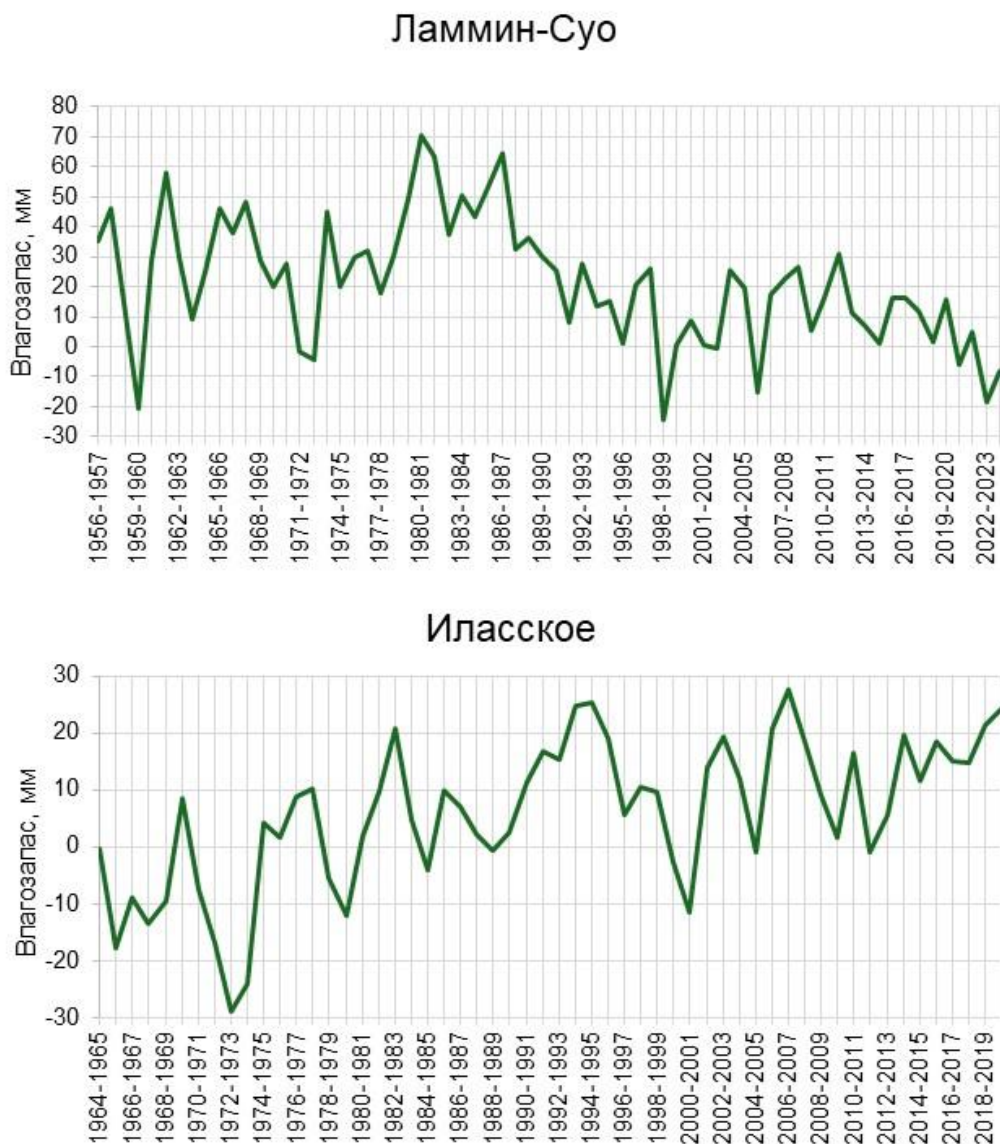


Рисунок 3.12 – Нарастающая сумма изменения влагозапасов в деятельном слое на болотах Ламмин-Суо и Иласское

### Заключение

Основное внимание в разделе уделено невязке водного баланса. В качестве суммарной невязки водного баланса рассматриваемых верховых болот принята составляющая  $C_{\text{неизмер}} \pm \dot{\eta}$ , включающая в себя неизмеренный сток с болот (как русловой, так и фильтрационный) и ошибка измерения элементов водного баланса и прочие неучтенные факторы. На болотах Ламмин-Суо и Иласское наблюдается разнонаправленное изменение составляющей  $C_{\text{неизмер}} \pm \dot{\eta}$  (рисунок 3.13). На болоте Ламмин-Суо с современным периоде отмечается рост среднего значения суммарной невязки ( $C_{\text{неизмер}} \pm \dot{\eta}$ ), в то время как на болоте Иласском, напротив, её сокращение.

На болоте Ламмин-Суо рост температуры воздуха в зимний период привел к увеличению частоты и продолжительности зимних оттепелей и сокращению глубины промерзания торфяной залежи в среднем на 5 см (с 20 до 15 см от поверхности), что, в свою очередь, увеличило зимний сток и, следовательно, объем разгрузки болота в зимний период. Это подтверждается изменением внутригодового распределения стока воды на ручьях, вытекающих с болота. Помимо этого, уменьшение глубины промерзания на окрайках болота могло вызвать увеличение фильтрационного стока в прилегающий суходол в зимний период.

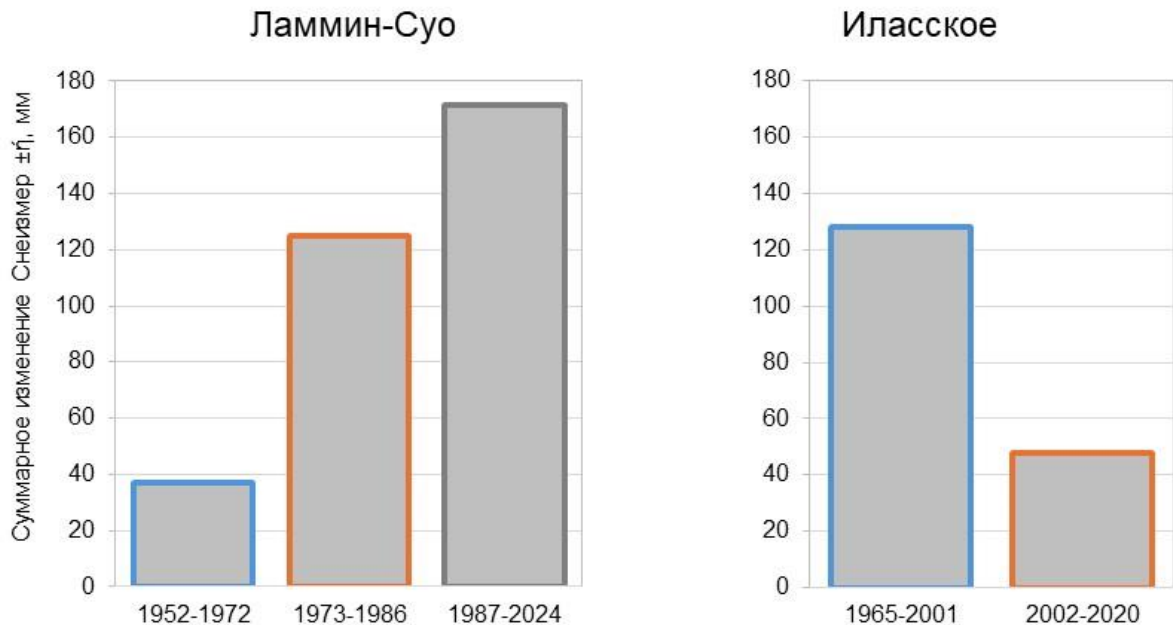


Рисунок 3.13 – Среднее значение неизмеренного суммарного оттока воды и невязки водного баланса ( $C_{\text{неизмер}} \pm \dot{\eta}$ ) на болотах Ламмин-Суо и Иласское (водосбор р. Черная) за выделенные периоды

Дополнительным фактором увеличения фильтрационного стока является активный рост сосны, наблюдающийся в последние десятилетия на окрайках болота Ламмин-Суо (Глава 4). Разрастающаяся корневая система деревьев пронизывает торфяную залежь, что приводит к увеличению как горизонтальной, так и вертикальной фильтрации между суходолом и окраиной болота.

В отличие от болота Ламмин-Суо, на болоте Иласском (водосбор реки Черной) наблюдается сокращение составляющей  $S_{неизмер} \pm \dot{\eta}$ . Ввиду более северного расположения на болоте Иласском рост температуры воздуха и температуры торфяной залежи до настоящего времени не оказали значительного воздействия на зимний сток. Здесь не так активно происходит процесс облесения окраек, и, следовательно, вертикальный и горизонтальный водообмен с прилегающим суходолом подвержены меньшим изменениям. Кроме того, в отличие от болота Ламмин-Суо, площадь которого составляет менее 2 км<sup>2</sup>, болото Иласское является крупным болотным массивом (61 км<sup>2</sup>), что делает его более устойчивым к изменениям водного режима. Также следует отметить, что расчёт водного баланса выполнен для всего болота Ламмин-Суо, а в случае болота Иласского – только для водосбора р. Черной. Принципиальное отличие заключается в том, что зона контакта с суходолом, куда возможен инфильтрационный отток болотных вод, у Ламмин-Суо существенно больше, чем у водосбора р. Черной на Иласском болоте. На водосборе реки Черной сток болотных вод происходит преимущественно по руслу реки, тогда как в случае болота Ламмин-Суо разгрузка болотных вод происходит не только по русловой сети, но и через окрайки, граничащие с суходолом.

Изменение влагозапаса в деятельном слое торфяной залежи между базовым и современным климатическим периодами составило –4 мм на болоте Ламмин-Суо и +1 мм на болоте Иласском, что является ничтожно малой величиной по сравнению с изменениями других элементов водного баланса. Стабильность влагозапаса при изменчивости внешних условий является ключевой способностью верховых болот, позволяющей им сохранять необходимый объем воды и уровень болотных вод в деятельном слое для устойчивого функционирования.

Помимо недоучтенного стока с болот, элементом водного баланса, требующим особого внимания, является испарение. На испарение оказывают влияние множество факторов, такие как изменения температурного режима и внутригодового распределения осадков, смена болотных микроландшафтов и облесение болот. Для более точного определения величины испарения необходимо учитывать происходящие изменения.

Наблюдения за испарением на болотных станциях проводятся на закрепленных площадках. В условиях стационарного климата, сохранявшегося до середины 1980-х годов,

такой подход был оправдан. Однако в современных условиях, когда климатические изменения приводят к быстрым сменам пространственного распространения болотных микроландшафтов, встает вопрос о репрезентативности наблюдений, выполненных на закрепленных площадках.

В случае болота Ламмин-Суо рост древесного яруса на закрепленной площадке наблюдений за метеорологическими параметрами и испарением приводит к изменениям микроклиматических условий. Для получения более достоверных данных необходимо проведение микроклиматических съемок на разных участках болот, представленных различными микроландшафтами. Корректировка методики наблюдений с учетом ускорившейся смены болотной растительности позволит повысить точность результатов определения элементов водного баланса.

## Глава 4 Взаимосвязь уровня болотных вод и растительности (по данным наблюдений на болотной станции Ламмин-Суо)

### 4.1 Динамика болотных микроландшафтов

#### 4.1.1 Болотные микроландшафты

Понятие болотного микроландшафта применяется для описания разнообразия экосистем болот, а также при районировании болот [Couwenberg, 2005; Minayeva et al., 2012, 2017]. *Под болотным микроландшафтом понимается однородный по характеру растительного покрова и микрорельефу поверхности участок болота, занятый какой-либо одной растительной ассоциацией или комплексом ассоциаций* [Иванов, 1975]. Болотный микроландшафт является ландшафтным понятием и используется в первую очередь для выделения участков болот в картографических целях, в том числе при гидрологическом изучении болот. Микроландшафты при данном подходе выделяются прежде всего по физиономичности растительности, так как она является наиболее удобным для выделения болотных микроландшафтов в картографических целях.

Понятие болотного микроландшафта активно развивалось в направлении гидрологии болот [Иванов, 1953, 1957, 1975; Романова, 1961]. Исследования Иванова [Иванов, 1953] показали, что каждому типу болотного микроландшафта свойственны определенные нормы стока и испарения, помимо этого болотный микроландшафт характеризуется определенным положением болотных вод относительно поверхности и физическими свойствами верхнего горизонта торфяной залежи [Иванов, 1953; Романова, 1961; Богдановская-Гениеф, 1969, Новиков, 2009].

Используя теорию микроландшафтов, К.Е. Ивановым [Иванов, 1957] и Е.А. Романовой [Романова, 1961] был предложен ландшафтно-гидрологический метод изучения болот. На основе исследований растительности и водного режима значительного количества олиготрофных болотных массивов была разработана классификация болотных микроландшафтов, основанная на гидрологическом подходе [Иванов 1953; Романова, 1961]. Впоследствии классификация была доработана и уточнена Л.И. Усовой [Усова, 2009].

По данной классификации для олиготрофных болот выделяют пять основных групп микроландшафтов по преобладающему типу растительности: лесные, мохово-лесные, моховые, мохово-травяные и комплексные. Внутри групп выделяют типы болотных микроландшафтов. В данной работе при характеристике болотных микроландшафтов ограничимся категорией группы. Краткая характеристика пяти групп болотных микроландшафтов, основанная на работе [Усова, 2009] представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Характеристика групп болотных микроландшафтов олиготрофных болот в соответствии с [Усова, 2009]

Группа болотных микроландшафтов	Характеристика	Место расположения	Древесный ярус
Лесные	Хорошо развит древесный ярус. Травяно-кустарничковый ярус представлен в основном кустарничками (багульник, кассандра, брусника, черника), местами встречаются пушица и осока. Моховой ярус состоит в основном из сфагновых мхов	Встречаются на окрайке болота, вдоль рек и ручьев, вокруг крупных озер	Высота деревьев 4-12 м Сомкнутость крон 0,5-0,8
Мохово-лесные	Хорошо развит моховой ярус из сфагновых мхов, местами с примесью лишайников и зеленых мхов. Кустарничковый ярус хорошо развит и представлен в основном багульником, кассандрой, подбелом, брусникой и клюквой. Древесный ярус несколько угнетен (по сравнению с лесными микроландшафтами)	Приурочены к склонам и окрайкам болот	Высота деревьев 1-5 м, отдельных – до 5-6 м Сомкнутость крон 0,3-0,4
Моховые	Хорошо развит моховой и кустарничковый ярусы. Слабо развит древесный ярус	Встречаются по окрайкам и склонам болотных массивов	Высота деревьев 0,5-3 м Сомкнутость крон 0,1-0,2
Мохово-травяные	Хорошо развит моховой и травяной ярусы. Древесный ярус почти не развит	Приурочены к переувлажненным окрайковым участкам болота, встречаются в прибереговой полосе вблизи крупных озер	Встречаются местами отдельные низкорослые деревья с сухостоем
Комплексные (грядово-мочажинные, грядово-озерковые, грядово-мочажинно-озерковые, мочажинно-грядовые)	Расчлененный мезорельеф, представленный грядами и мочажинами, местами в сочетании с озерами	Приурочены к склоновым и центральным участкам болотных массивов или систем	Высота деревьев 1-4 м (на грядах)

Для определения распространения микроландшафтов на болотном массиве составляются типологические карты. Определение границ распространения микроландшафтов на олиготрофном болоте выполняется на основе аэрофотоснимков или космических снимков, с разрешением достаточным для дешифровки. После этого на болоте проводятся уточняющие геоботанические съемки для выделения типов микроландшафтов.

#### 4.1.2 Микроландшафты болота Ламмин-Суо

На болоте Ламмин-Суо геоботанические обследования, включающие в себя дешифровку аэрофотоснимков и наземные обследования, проводились в период с 1950 по 2020 год. Дешифровка проводилась по снимкам 1950, 1982 и 2019 года. Геоботанические описания проводились каждые пять лет, за исключением 1990, 1995, 2000 годов.

Для проведения анализа динамики растительного покрова были оцифрованы типологические карты болота Ламмин-Суо за 1950 и 2020 гг. (рисунок 4.1). Типологическая карта 1950 года изначально была составлена Е.А. Романовой и приводится в [Материалы наблюдений..., 1950-1980]. Позднее Л.И. Усовой типологическая карта 1950 года была скорректирована в соответствии с уточненной классификацией болотных микроландшафтов олиготрофных болот [Усова, 2009]. При корректировке карты были использованы аэрофотоснимок болота Ламмин-Суо и данные геоботанических описаний 1950 года.

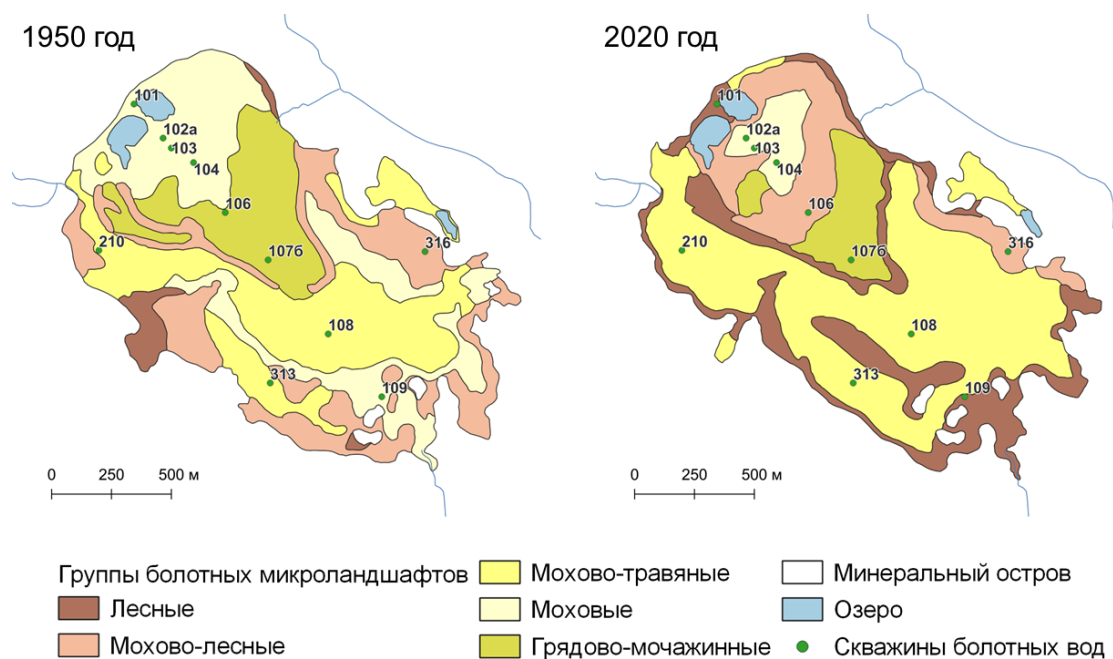


Рисунок 4.1 – Типологическая карта болотных микроландшафтов болота Ламмин-Суо по классификации Е.А.Романовой – Л.И.Усовой (по данным [Материалы наблюдений..., 1950–2020; Новиков и др., 2019])

Наблюдения, проводившиеся в течение 70 лет на болоте Ламмин-Суо (1950–2020 гг.) показывают, что в распространении болотных микроландшафтов произошли значительные изменения: площадь распространения микроландшафтов лесной и мохово-травяной группы увеличилась, а мохово-лесной, моховой и комплексной группы – сократилась (таблица 4.2).

Таблица 4.2 – Площади распространения микроландшафтов на болоте Ламмин-Суо в 1950 и 2020 годах

Группа микроландшафта	Площадь, км <sup>2</sup>		Изменение площади, %
	1950 год	2020 год	
Лесные	0.05	0.39	+19
Мохово-лесные	0.44	0.29	-8
Моховые	0.52	0.09	-24
Мохово-травяные	0.53	0.89	+20
Грядово-мочажинный комплекс	0.28	0.16	-7

Площадь микроландшафтов *лесной группы* увеличилась на 19% от общей площади болота с 0.05 до 0.39 км<sup>2</sup>. Основное облесение произошло на окрайках болота, особенно в юго-восточной части, а также на склоне болота в зоне лесного кольца, опоясывающего грядово-мочажинный комплекс. В основном лесная группа сменила микроландшафты мохово-лесной группы.

*Мохово-лесная группа* сократилась на 8% от общей площади болота с 0.44 до 0.29 км<sup>2</sup>. Исключение составили узкие участки вокруг болотных озер, где микроландшафты мохово-лесной группы сменили мохово-травяную группу.

Значительно сократилась площадь *моховой группы* с 0.52 до 0.09 км<sup>2</sup>. В центральной части болота моховая группа сменилась на мохово-лесную, на окрайках болота – лесную и мохово-травяную. Сейчас это наименее распространённый на болоте микроландшафт, занимающий 5% от общей площади.

Площадь *мохово-травяной группы* увеличилась с 0.53 до 0.89 км<sup>2</sup>. В настоящий момент мохово-травяная группа является доминирующей на болоте и покрывает 49% от общей площади болота. Микроландшафты мохово-травяной группы занимают почти всю склоновую часть болотного массива Ламмин-Суо.

Площадь *грядово-мочажинного комплекса* сократилась в два раза с 0.28 до 0.16 км<sup>2</sup>, сменившись на мохово-лесной и на небольшом участке – лесной микроландшафт.

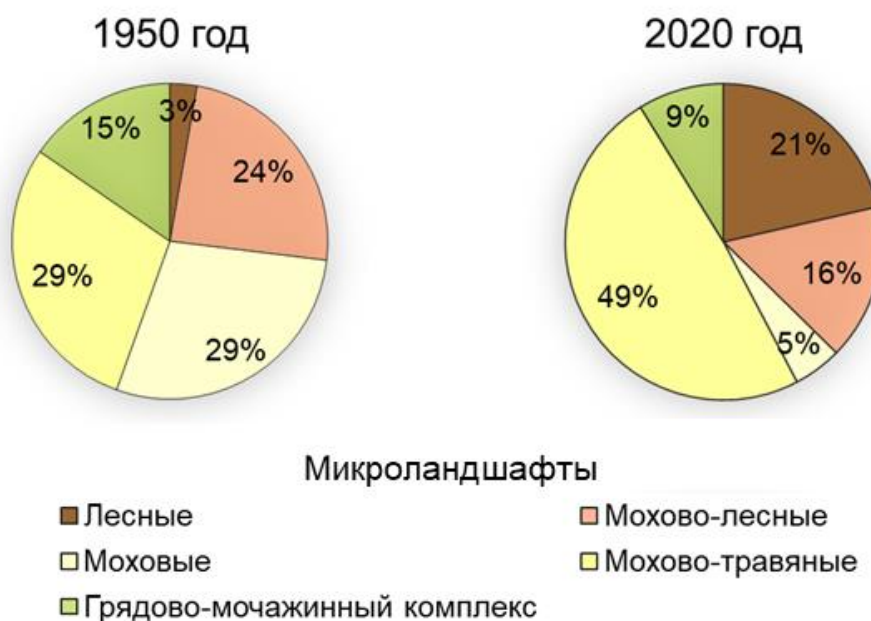


Рисунок 4.2 – Изменение площадей микроландшафтов на болоте Ламмин-Суо за 70 лет

#### 4.2 Взаимосвязь микроландшафтов и уровней болотных вод

Определяющая роль уровня болотных вод на формирование растительного покрова отмечена в работах [Иванов, 1957, 1975; Романова, 1957, 1960, 1961; Галкина, 1967]. Теория наличия связи между элементами водного режима (УБВ) и болотными микроландшафтами была разработана в работах Иванова [Иванов, 1953, 1957, 1975] и Романовой [Романова, 1961]. Разница в средних уровнях болотных вод даже в несколько сантиметров создает существенные различия в увлажненности верхнего слоя торфяной залежи, испарении и движении болотных вод через него и, как следствие, определяют формирующиеся растительные сообщества.

В работе [Романова, 1961] были предложены пути эволюции болотных микроландшафтов (рисунок 4.3). Болотные микроландшафты на данной схеме были расположены Е.А. Романовой, по возможности, в генетическом порядке – от более ранних к более поздним в развитии болота и охватывают стадии развития от эфтрофного типа болота, через мезотрофный до олиготрофного. Вертикальные переходы между типами болот связаны главным образом с изменением водно-минерального питания. В естественных условиях по мере развития болота, его неравномерного роста в высоту и расширения в стороны, за счет изменения уклона их поверхности, глубины стояния болотных вод, изменении влияния внутриболотных водоемов и водотоков и прочего, происходит изменение гидрологического режима болотных микроландшафтов, что, в свою очередь, приводит к постепенной смене болотных микроландшафтов.

Тип болота	Естественная влажность субстрата					
	Умеренно влажные		Сильно влажные			Чрезмерно влажные
	Тип растительности					
	Лесной сомкнутость крон 0,4-0,8 высота деревьев 6-12 м	Мохово - лесной сомкнутость крон 0,3-0,5 высота деревьев 3-6 м	Травяной	Травяно - моховой (необлесенный)	Моховой (редко облесенный)	Комплексы
Микроландшафты						
Евтрофное рН 6,0 - 8,0 Мср 87 - 2050 мг/дм <sup>3</sup>	Черноольховые ↓ Еловые ↓ Березово-тростниковые ↓ Березово-осоковые	Ивовые ↓ Осоково-березовые	Хвоцевые ↓ Тростниковые ↓ Тростниково-осоковые ↓ Осоковые	Осоково-гипновые ↔ Осоково-сфагновые	Гипновые ↓ Сфагновые	Грядово-мочажинные топи
Мезотрофное рН 4,0 - 6,0 Моб 8,5 - 257 мг/дм <sup>3</sup>	Березово-осоковые ↓ Сосново-березово-осоково-сфагновые ↓ Сосново-осоково-сфагновые	Сфагнуво-осоково-березовые ↓ Сфагнуво-осоково-березово-сосновые ↓ Сфагнуво-осоково-сосновые	Осоковые ↓ Осоково-сфагновые ↓ Осоково-пушицево-сфагновые ↓ Пушицево-сфагновые	Осоково-сфагновые ↓ Осоково-пушицево-сфагновые ↓ Пушицево-сфагновые	Сфагновые	Грядово-мочажинные топи
Олиготрофное рН 3,4 - 5,5 Моб 5,0 - 65 мг/дм <sup>3</sup>	Сосново-кустарничково-сфагновые ↕ Сосново кустарничковые	Сфагнуво-пушицево-сосновые ↓ Сфагнуво-кустарничково-пушицево-сосновые ↓ Сфагнуво-кустарничково-сосновые	Пушицевые ↓ Шейхцериевые ↓ Озерки	Пушицево-сфагновые ↓ Шейхцериево-сфагновые ↓ Озерки	Сфагнуво-пушицевые ↕ Сфагнуво-кустарничково-пушицевые ↕ Сфагнуво-кустарничковые	Грядово-мочажинные ↓ Грядово-озерковые ↓ Островково-мочажинно-озерковые

Рисунок 4.3 – Пути эволюции болотных микроландшафтов по Е.А. Романовой

[Романова, 1961]

Отметим, что направленность смены болотных микроландшафтов внутри олиготрофной группы, была определена Е.А. Романовой в условиях стационарности климата и описывается переходом лесной группы в мохово-лесную, а затем в моховую, в условиях увеличения влажности субстрата. Процессы, наблюдающиеся на олиготрофных болотах в современных климатических условиях, в отличие от ситуации рассматриваемой Е.А. Романовой, чаще характеризуются процессами сокращения увлажненности деятельного слоя. В данных условиях направленность смены микроландшафтов может происходить в обратном направлении. Это приводит к необходимости проверки и корректировки схемы, предложенной Е.А. Романовой.

Связь среднего уровня болотных вод и растительных ассоциаций (групп болотных микроландшафтов) была установлена в работах [Романова, 1960; Иванов, 1957], а позднее в руководствах по расчетам стока с верховых болот, созданных в Гидрологическом институте [Указания..., 1971; Батуев и др., 2011]. Рассмотренные работы основываются на данных изучения болот Ленинградской области, наблюдений болотной сети Росгидромета и пр. Количество изученных болот и период осреднения данных представлены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Литературные источники данных о взаимосвязи уровней болотных вод и болотных микроландшафтах

Источник данных	Объекты наблюдения	Период наблюдения
Иванов, 1957	7 болотных станций	1940–1956 гг.
Романова, 1960	3 болотных станции и 5 болотных постов	1951–1955 гг. (вегетационный период)
Указания..., 1971	6 болотных станций и 13 болотных постов	1940–1970 гг.
Батуев и др., 2011	6 болотных станций и 14 болотных постов	1940–2010 гг.

Обобщенные данные об уровнях болотных вод, соответствующих группам болотных микроландшафтов олиготрофных болот, по литературным источникам и рассчитанные по данным наблюдений на болотной станции Ламмин-Суо, приведены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Характерные уровни болотных вод по литературным источникам и данным наблюдений на болоте Ламмин-Суо, см

Группа микроландшафта	Средний уровень болотных вод, см	Иванов, 1957	Романова, 1960	Указания, 1971	Батуев и др., 2011	Болото Ламмин-Суо	
						вегетационный период	год
Лесные	Многолетн.	-34	-39	-43	-45	-39	-33
	Макс	-15	-26	-24	-31	-19	-13
	Мин	-	-54	-67	-62	-58	-53
Мохово-лесные	Многолетн.	-	-30	-	-28	-26	-21
	Макс	-	-25	-	-20	-12	-11
	Мин	-	-38	-	-38	-45	-32
Моховые	Многолетн.	-27	-27	-33	-23	-25	-21
	Макс	-11	-6	-15	-14	-12	-13
	Мин	-	-44	-61	-32	-44	-36
Мохово-травяные	Многолетн.	-13	-11	-17	-19	-19	-14
	Макс	4	-1	0	-11	1	1
	Мин	-	-16	-34	-31	-43	-31
Комплексы	Многолетн.	-15	-22	-27	-25	-19	-14
	Макс	1	-2	-8	-21	-6	-5
	Мин	-	-48	-43	-35	-32	-23

На болоте Ламмин-Суо наблюдения за уровнями болотных вод ведутся на 11 скважинах, приуроченных к разным группам микроландшафтов. Одновременно с этим, раз в пять лет, на участках, в районе скважин болотных вод, выполняются геоботанические описания, позволяющие отслеживать динамику болотных микроландшафтов. В таблице 4.5 представлено сопоставление динамики микроландшафтов, в районе расположения скважин болотных вод, и уровней болотных вод за те же периоды времени. Таблица 4.5 основана на работе [Новиков, 2019], выполненной за период 1950-2018 гг., данные были проверены и

дополнены современными наблюдениями (2019–2024 гг.). Для скважин 101 и 109 часть данных была исключена из расчета характерных уровней. Причиной этого стало отсутствие геоботанических съемок в период 1990–2004 гг. В 2005 году в районе скважин 101 и 109 была отмечена смена микроландшафтов, так как за предыдущие 10 лет данных о микроландшафтах в районе скважин не имеется, момент произошедшей смены микроландшафтов имеет слишком широкий диапазон. Чтобы минимизировать ошибку определения средних уровней за предшествующий период, данные УБВ за 1991–2004 гг. были исключены из расчетов.

Полученные значения характерных УБВ, соответствующих группам микроландшафтов, были сопоставлены с данными литературных источников. Так как в источниках не всегда указывается за какой период года (календарный год или вегетационный период) было проведено осреднение УБВ, для болота Ламмин-Суо были рассчитаны два варианта значений: осредненные за календарный год и за вегетационный период (таблица 4.4). За вегетационный период принимался промежуток времени с 1 мая до 30 сентября.

Между данными литературных источников [Иванов, 1957; Романова, 1960; Указания..., 1971; Батуев и др., 2011] и уровнями, измеренными на болоте Ламмин-Суо, наблюдается сходство средних многолетних значений (таблица 4.4).

Наибольший диапазон значений уровней был определен для лесного микроландшафта. Амплитуда среднего уровня болотных вод за вегетационный период составила 83 см (–14...–97 см). Это может быть связано с особенностями расположения участков с лесными микроландшафтами, на которых проводятся измерения уровней болотных вод. Таких участков два: на северо-восточной окраине болота (скважина 101) и на юго-восточной окраине (скважина 109). Скважина 101 располагается в 30 м от окраины болота, скважина 109 расположена в 150 м от окраины болота, на водосборе ручья Южного, через который происходит большая часть руслового стока с болота Ламмин-Суо. Особенности данных участков и динамики уровней болотных вод будет рассмотрена подробнее в разделе 4.3.1.

В целом отметим, что лесные микроландшафты, приуроченные к окраинам болота функционируют как буферные и транзитные зоны и демонстрируют исключительно широкий диапазон экологического существования лесного микроландшафта.

Таблица 4.5 – Группы и типы микроландшафтов в районе скважин болотных вод болота Ламмин-Суо (в скобках указан средний УБВ за год / за вегетационный период)

№ скв.	1950	1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990*	1995*	2000*	2005	2010	2015	2020			
101	Сфагново-кустарничково-пушицевый, редко облесенный сосной (-28 / -33 см)					Сфагново-кустарничково-сосновый (-19 / -24 см)*						Сосново-сфагново-кустарничково-пушицевый (-19 / -25 см)						
102a	Сфагново-кустарничково-пушицевый, облесенный сосной (-21 / -26 см)																	
103	Сфагново-кустарничково-пушицевый, облесенный сосной (-20 / -24 см)																	
104	Сфагново-кустарничково-пушицевый, облесенный сосной (-19 / -24 см)																	
106	Гряды: сфагново-кустарничковые, облесенные сосной; мочажины: сфагново-пушицево-шейхцериевые (-12 / -15 см)					Сфагново-кустарничково-пушицево-сосновый со сфагново-пушицевыми понижениями (-13 / -17 см)												
1076	Гряды: сфагново-кустарничковые, облесенные сосной; мочажины: сфагново-пушицево-шейхцериевые (-15 / -21 см)																	
108	Сфагново-пушицевый с сухостоем (-9 / -15 см)					Сфагново-пушицево-кустарничковый, редко облесенный сосной с сухостоем (-21 / -25 см)												
109	Сфагново-пушицево-кустарничково-сосновый (-30 / -36 см)					Сфагново-сосново-кустарничковый (-34 / -41 см)*						Сосново-сфагново-кустарничковый (-61 / -67 см)						
210	Сфагново-пушицевый с сухостоем (-8 / -13 см)					Сфагново-пушицево-кустарничковый, редко облесенный сосной с сухостоем (-8 / -13 см)				Сфагново-осоковый, облесенный березой и сосной (-19 / -23 см)								
313	Сфагново-осоковый, облесенный березой и сосной (-12 / -17 см)																	
316	Сфагново-пушицево-кустарничково-сосновый (-29 / -34 см)																	
* 1990-2004 гг. геоботанические съемки не проводились, средние уровни для сфагново-кустарничково-соснового микроландшафта, лесная группа (скважина 101) и сфагново-сосново-кустарничкового микроландшафта, лесная группа (скважина 109) рассчитаны за период 1970-1990 гг.																		
Микроландшафт (группа)																		
	Лесной					Мохово-лесной					Моховой			Мохово-травяной			Комплексный	

Таблица 4.6 – Характерные уровни болотных вод на микроландшафтах, по данным болота Ламмин-Суо, см

Группа микроландшафтов	Многолетний уровень болотных вод за вегетационный период, см		
	Средний	Макс	Мин
Лесные	-39	-19	-58
Мохово-лесные	-26	-12	-45
Моховые	-25	-12	-44
Мохово-травяные	-19	1	-43
Грядово-мочажинный комплекс	-19	-6	-32

Обобщая результаты многолетних колебаний уровней болотных вод на разных участках болота (за вегетационный период), микроландшафты можно разделить на три категории (рисунок 4.4, таблица 4.6):

- микроландшафты с высоким уровнем болотных вод (-19 см) – грядово-мочажинный комплекс и мохово-травяная группа;
- микроландшафты со средним уровнем болотных вод (-25...-26 см) – мохово-лесная и моховая группа;
- микроландшафты с низким уровнем болотных вод (-39 см) и наиболее выраженной амплитудой – лесная группа.

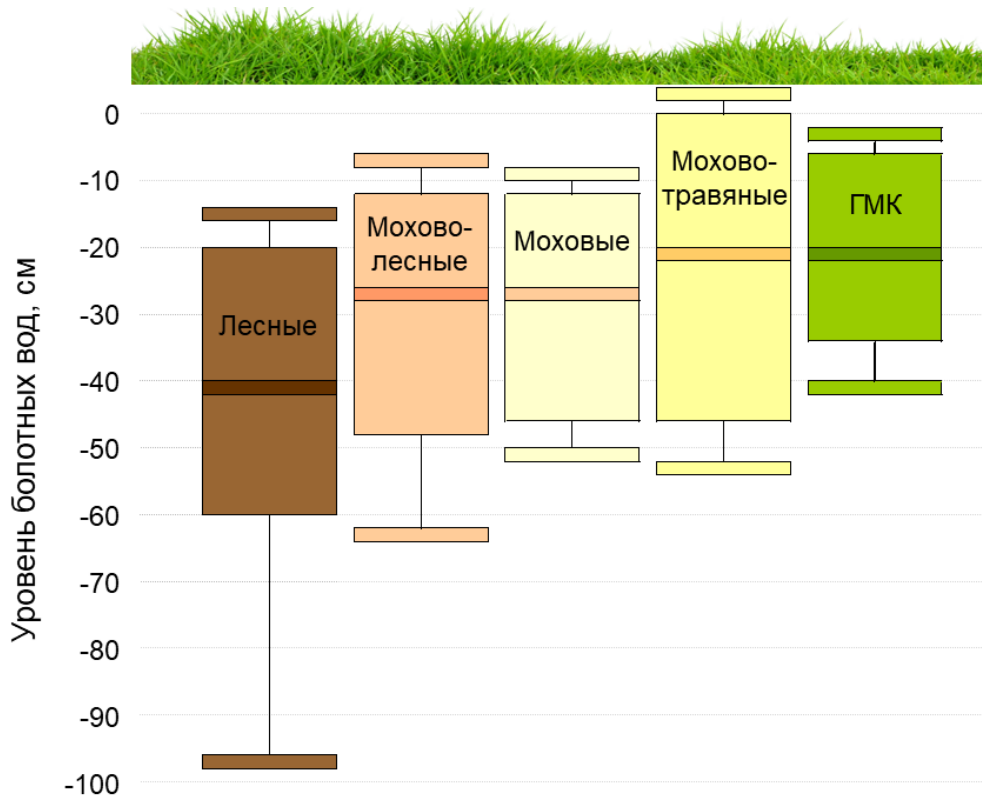


Рисунок 4.4 – Характерные уровни болотных вод, соответствующие пяти группам микроландшафтов, по данным на болоте Ламмин-Суо

### **4.3 Динамика изменений водного режима и болотных микроландшафтов**

Болотная растительность очень чувствительна к окружающим условиям. Состав растительности болот зависит от водного режима участка, основными характеристиками которого являются уровень болотных вод, амплитуда его колебания, проточность, а также химический состав воды [Иванов, 1975]. Изменение факторов водного режима приводит к смене растительности и, как следствие, изменению скорости накопления торфа, что, в свою очередь, приводит к трансформации микрорельефа поверхности болота. Происходящие изменения в растительности и микрорельефе приводят к изменению свойств деятельного слоя, таких как фильтрация и водоотдача, что в итоге оказывает влияние на водный режим. Так возникает замкнутый круг: среда влияет на растения, а растения – на среду. Эта непрерывная цепочка взаимосвязей и составляет основу развития болота.

#### **4.3.1 Болото Ламмин-Суо**

Чтобы проследить взаимосвязь водного режима и болотных микроландшафтов были использованы данные многолетних наблюдений на болоте Ламмин-Суо, включая уровни болотных вод и описания растительности. Анализ уровня режима был выполнен за вегетационный период, так как он является определяющим для растительности.

Были проанализированы данные по 11 скважинам болотных вод, на 8 из которых смены групп микроландшафта не произошло (рисунок 4.5). На участках болота в районе 3 из 11 болотных скважин (101, 106, 109) отмечена смена групп микроландшафтов (рисунок 4.6). Период времени существования различных групп микроландшафтов на рассматриваемых участках определялся с точностью до 5 лет, в соответствии с частотой проведения геоботанических съемок, за исключением 1990–2004, когда съемки не проводились.

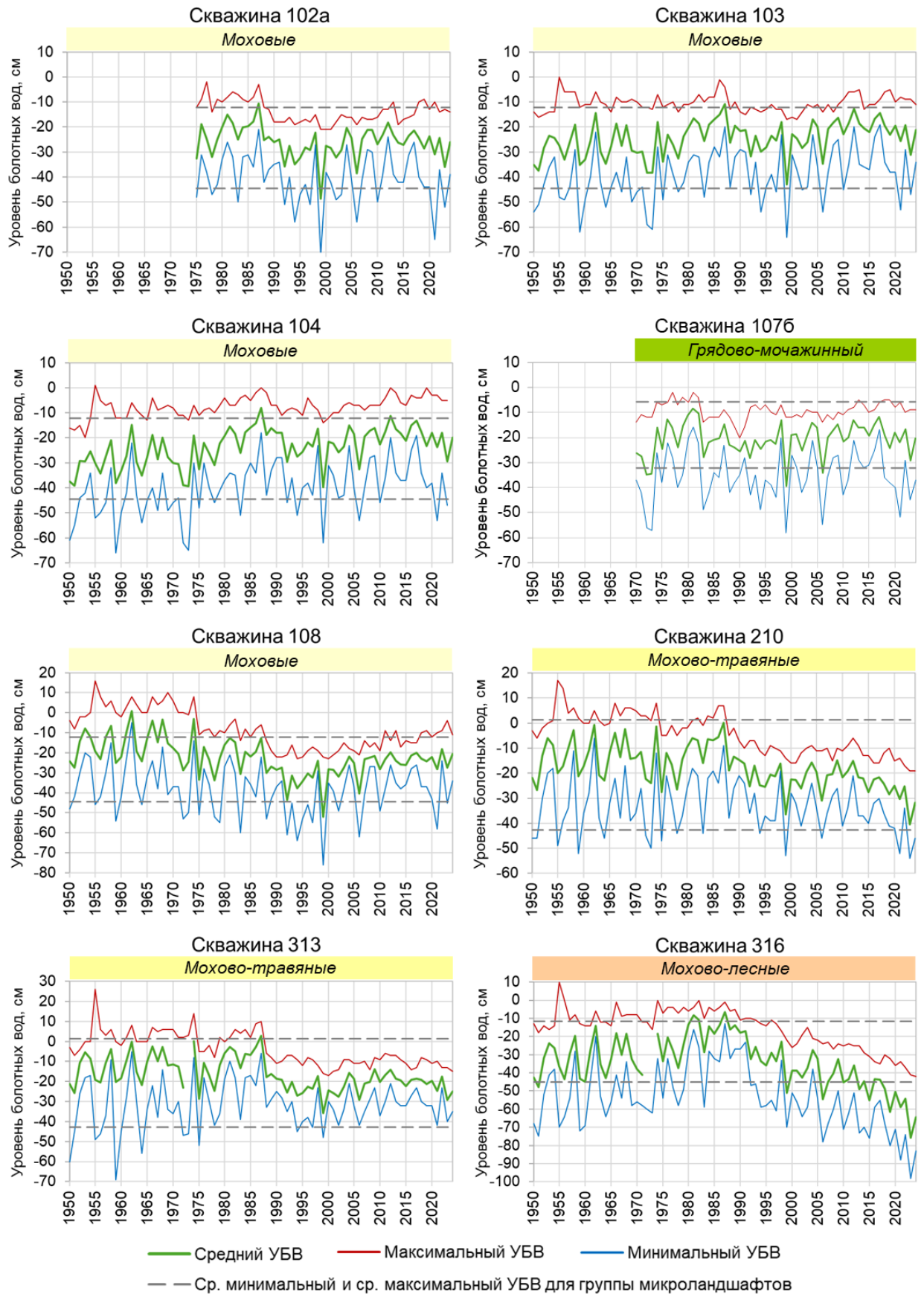


Рисунок 4.5 – Многолетние изменения уровня болотных вод на скважинах, где смены группы микроландшафтов не зафиксировано

Скважина 101 располагается на северо-западной окраине болота. Было установлено, что в районе скважины произошло 2 смены микроландшафта (рисунок 4.6). По данным геоботанических съемок, выполненных в 1975 году, отмечена смена мохового микроландшафта на мохово-лесной, а позднее, в 2005 году, на лесной. Так как в период 1990-2004 гг. геоботанических обследований на болоте не проводилось, переход микроландшафта в лесную группу в действительности мог наступить раньше.

Участок болота, на котором располагается скважина 101 имеет ряд отличительных особенностей. Скважина расположена на окрайке, в 30 метрах от границы болота. Данный участок находится у подножия склона камово-озовой гряды с одной стороны и болотного озера с другой. На водный режим в данной части болота оказывает влияние склоновый сток, озерные воды, а также отток воды по лагу, проходящему вдоль окрайки болота в сторону ручья Западного. Кроме того, на микроклиматические условия участка, отличающиеся от открытых частей болот, оказывает влияние примыкающий склон камово-озовой гряды. Все это создает специфические условия. Отмечающаяся здесь смена моховых микроландшафтов на мохово-лесные и позднее лесные, обусловлена не столько изменением положения уровней болотных вод, сколько совокупностью факторов, определяющихся особенностью расположения и, в первую очередь, вплотную прилегающего склона суходола.

Скважина 106 располагается на склоне болота, вблизи наиболее возвышенной части болота (купола). На скважине 106 (рисунок 4.6) наблюдается постепенное снижение среднегодового уровня болотных вод, что привело к смене группы микроландшафта с грядово-мочажинной на мохово-лесную, которая была зафиксирована в 1970 году. Для данного перехода определяющим стало снижение средних максимальных уровней за вегетационный период. Средний и минимальные уровни изменились незначительно, их средние значения в период 1950–1969 гг. (грядово-мочажинный комплекс) составляли –15 и –32 см, соответственно. В период 1970–2024 гг. (мохово-лесная группа) уровни понизились не более чем на 1–2 см, составив –17 и –33 см для минимального и среднего значения соответственно. В то время как средний максимальный уровень снизился на 6 см, что стало определяющим для смены растительности и микрорельефа. Как уже отмечалось ранее, в современных климатических условиях наиболее уязвимыми становятся микроландшафты с наличием открытых обводненных пространств, такие как грядово-мочажинный и грядово-озерковые комплексы, на которых рост температуры воздуха приводит к сравнительно большому увеличению испарения.

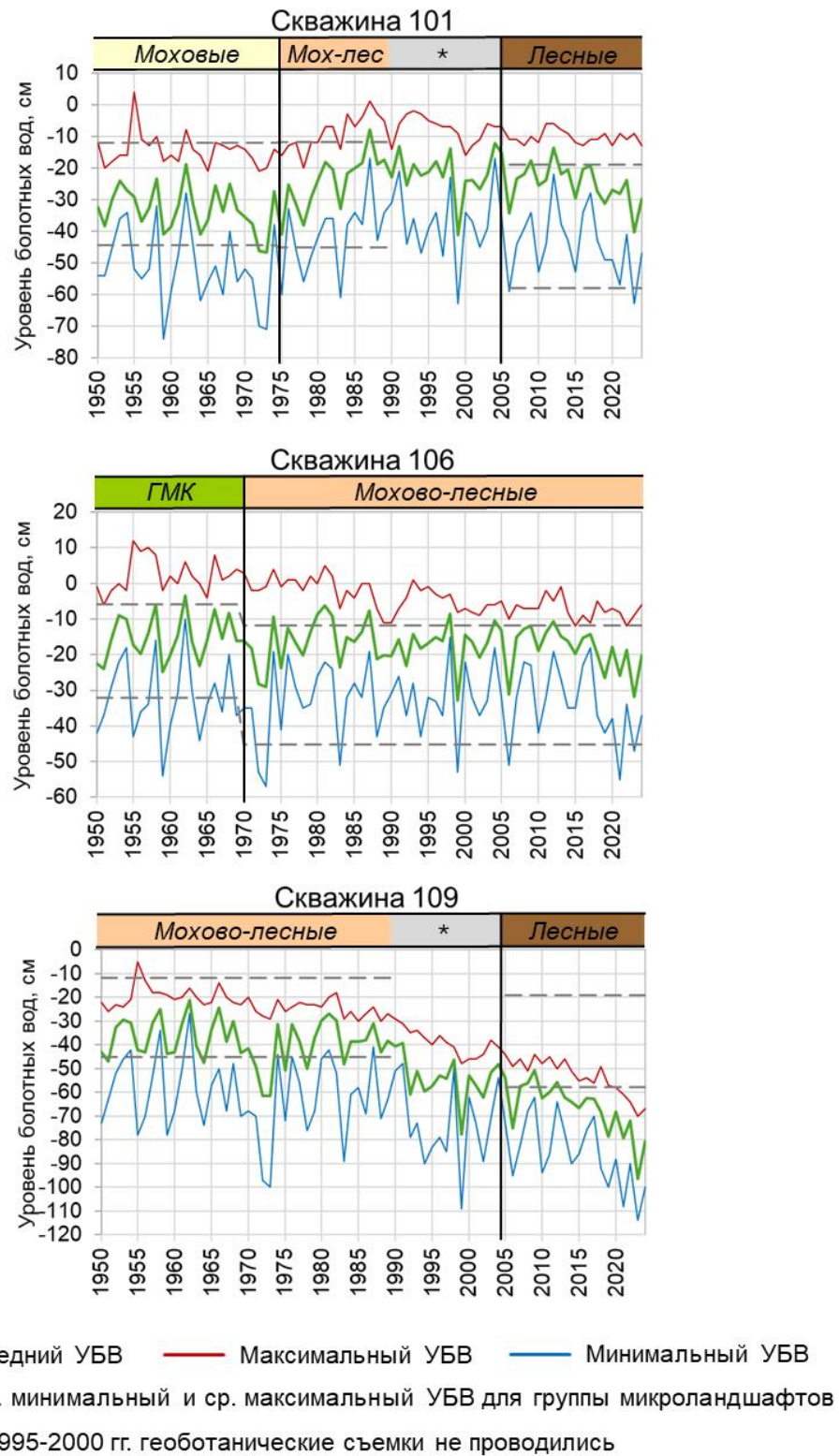


Рисунок 4.6 – Многолетние изменения уровня болотных вод на скважинах, где была зафиксирована смена групп микроландшафтов

Скважина 109 располагается на юго-восточной окраине болота, на водосборе ручья Южного, имеющего наибольшую площадь водосбора из трех ручьев, стекающих с болота. В районе скважины 109 смена микроландшафта была зафиксирована по данным

геоботанических съемок, выполненных в 2005 году (рисунок 4.6). Также как и в случае со скважиной 101, информация о растительности за 1991–2004 гг. отсутствует, и следовательно переход микроландшафта в лесную группу мог наступить раньше. Анализ урванного режима болотных вод показывает, что начиная с 1992 году средний уровень вегетационного периода опустился ниже среднего минимального уровня, характерного для мохово-лесного микроландшафта (-45 см). В последующие годы УБВ продолжил снижаться, что привело к более интенсивному развитию древесной растительности и переходе микроландшафта из мохово-лесной в моховую группу. Для данного участка определяющим стал средний минимальный уровень болотных вод за вегетационный период. Анализ данных показал, что критический уровень перехода микроландшафта из мохово-лесной в лесную группу составляет 45 см ниже поверхности болота.

Последние три десятилетия на болоте Ламмин-Суо для всех скважин, расположенных на окрайках болота (за исключением скважины 101, расположенной у подножия склона камово-озовой гряды), отмечается постепенное снижение уровня болотных вод. Это вызвано современными гидроклиматическими процессами, характеризующимися ростом температуры воздуха, сокращением продолжительности зим, частыми оттепелями в зимний период, отсутствием весеннего половодья.

На примере болота Ламмин-Суо можно видеть, что смена микроландшафтов не является следствием какого-то одного универсального фактора, а вызывается комплексом причин, которые зависят от места расположения участка болота и изменения урванного режима болотных вод.

Для грядово-мочажинных комплексов (скважина 106) определяющим является снижение средних максимальных уровней за вегетационный период, что приводит к исчезновению открытых обводненных пространств (мочажин) и ускорению процесса облесения и выравнивания микрорельефа.

Для окраины болота, через которую происходит его активная разгрузка (скважина 109), решающим фактором, приводящим к смене микроландшафта, является снижение среднего минимального уровня болотных вод ниже порогового значения, составившего -45 см для мохово-лесных микроландшафтов. Устойчивое снижение УБВ ниже этой отметки вызвало активный рост древостоя и переход микроландшафта в лесную группу.

При специфическом расположении участка болота вблизи суходольного склона (скважина 101) решающим фактором становятся особенности рельефа. Здесь смена растительности (с моховой на лесную) обусловлена не столько изменением уровня

болотных вод, сколько совокупностью факторов: влиянием склонового стока, близостью озер, микроклиматом у подножия гряды и оттоком воды по лагу.

#### 4.3.2 Болото Ларьянское

На болоте Ларьянское (Ленинградская область) наиболее продолжительные наблюдения за уровнем болотных вод проводились на северо-западном участке, не подвергшемся осушению (рисунок 4.7). Данный участок болота расположен между болотным озером Гагаринское (Зарубино) и северо-западной окраиной болота, здесь располагалось 8 скважин, представленных лесным, грядово-мочажинным, мохово-травяным микроландшафтами (таблица 4.7).

Таблица 4.7 – Описание скважин болотных вод на болоте Ларьянское (по данным 1975 г. [Материалы наблюдений, 1950–2020])

Скважина	Группа микроландшафта	Тип микроландшафта	Расположение
1601	Лесная	Сосново-сфагново-кустарничковый	Центральная часть массива в 70 м от озера. Густой древостой, высотой 7-8 м
1602	Грядово-мочажинный комплекс	Гряды сфагново-кустарничково-пушицевые, облесенные сосной (40%), мочажины сфагново-пушицевые (60%)	В 100 м от озера на границе с сосн-сф-куст м/л. Высота древостоя 1-3 м. Кустарничковый ярус: багульник, подбел, касандра; на открытых подушках - клюква, подбел
1603		Гряды сфагново-кустарничково-пушицевые, облесенные сосной (60%), мочажины сфагново-пушицевые (40%)	На западном склоне массива. Густо облесен низкорослой сосной, высотой 1-3 м с приствольными кочками. Кустарничковый ярус: багульник, подбел, касандра
1604			
1605			
1607		Гряды сфагново-кустарничковые, облесенные сосной (30%), мочажины сфагново-пушицево-шейхцериевые (70%)	Окраина массива на границе со сфагново-пушицевым микроландшафтом. Древостой разреженный, встречается сухостой 0,5-2 м высотой. Кустарничковый ярус: подбел, касандра, клюква. Мочажины местами с открытой водной поверхностью
1606	Мохово-травяная	Сфагново-кустарничково-пушицевый	Кустарничковый ярус хорошо развит и представлен багульником, касандрой, голубикой
1608		Сфагново-пушицевый	Облесенное склоновое кольцо. Высота сосны 6-8 м. Много сухостоя. Кустарничковый ярус: вереск, багульник

Описание болотных микроландшафтов для рассматриваемого участка болота Ларьянского было выполнено в 1972 году и не проводилось повторно.



Рисунок 4.7 – Болото Ларьянское, расположение скважин болотных вод

График хода средних уровней болотных вод за вегетационный период (рисунок 4.8) визуально подтверждает наличие базового и стационарного периодов, подробно рассмотренных в Главе 2. Период наибольших уровней наблюдался до 1987 года, с наступлением современного климатического периода, определенного для района болота Ларьянского в 1988 году, на всех скважинах наблюдается снижение уровней болотных вод.

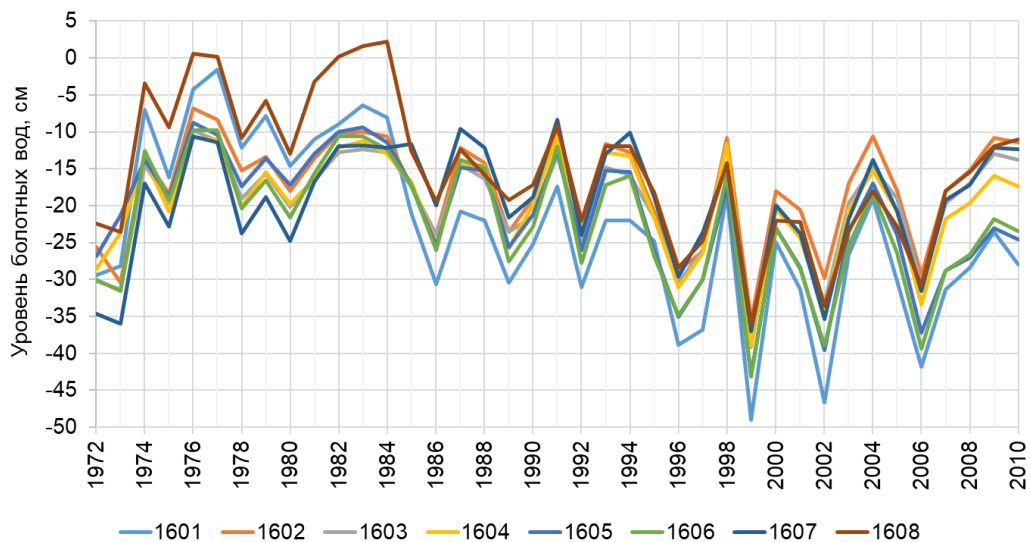


Рисунок 4.8 – Средние уровни болотных вод за вегетационный период на болоте Ларьянское (1972–2010 гг.)

Сравнение между базовым и стационарным периодом показывает снижение уровней на всех микроландшафтах (таблица 4.8). Средний УБВ в современном периоде (1988–2010 гг.) снизился на 15 см на лесных микроландшафтах, на 10 см на мохово-лесных и на 6 см на грядово-мочажинных.

Таблица 4.8 – Средний уровень болотных вод за вегетационный период на участке Ларьянского болота (1972–2010 гг.) и болоте Ламмин-Суо (1950–2024 гг.)

Микроландшафты (группа)	Скважина	Средний уровень болотных вод, см					
		Болото Ларьянское 1972–1987 / 1988–2010			Болото Ламмин-Суо		
		Ср	Мин	Макс	Ср	Мин	Макс
Лесные	1601	-14 / -29	-31 / -49	-2 / -17	-39	-58	-19
Мохово-лесные	–	–	–	–	-26	-45	-12
Моховая	–	–	–	–	-25	-44	-12
Мохово-травяные	1606, 1608	-13 / -23	-32 / -43	2 / -9	-19	-43	1
Грядово-мочажинный комплекс	1602, 1603, 1604, 1605, 1607	-16 / -22	-31 / -43	-7 / -10	-19	-32	-6

На рисунке 4.9 представлены изменения средних за вегетационный период уровней болотных вод на 8 скважинах болотных вод. В качестве средних минимальных и средних максимальных значений уровней для каждой из групп микроландшафтов использованы диапазоны, определенные по данным болота Ламмин-Суо.

Для всех представленных микроландшафтов наблюдается снижение уровня, при этом наибольшее падение уровней происходит на лесных и мохово-лесных участках. Грядово-мочажинный комплекс отличается относительно стабильным положением уровня. Однако микроландшафт грядово-мочажинного комплекса характеризуется не только положением уровня, но и наличием неравномерного рельефа, а именно чередованием гряд и мочажин. Полевые обследования, проведенные в 2024 году, показали, что на участке грядово-мочажинного комплекса наблюдается сокращение выраженных мочажин и постепенное выравнивание ландшафта, что говорит о постепенном переходе микроландшафта в мохово-лесную группу, аналогично ситуации на грядово-мочажинном комплексе болота Ламмин-Суо.

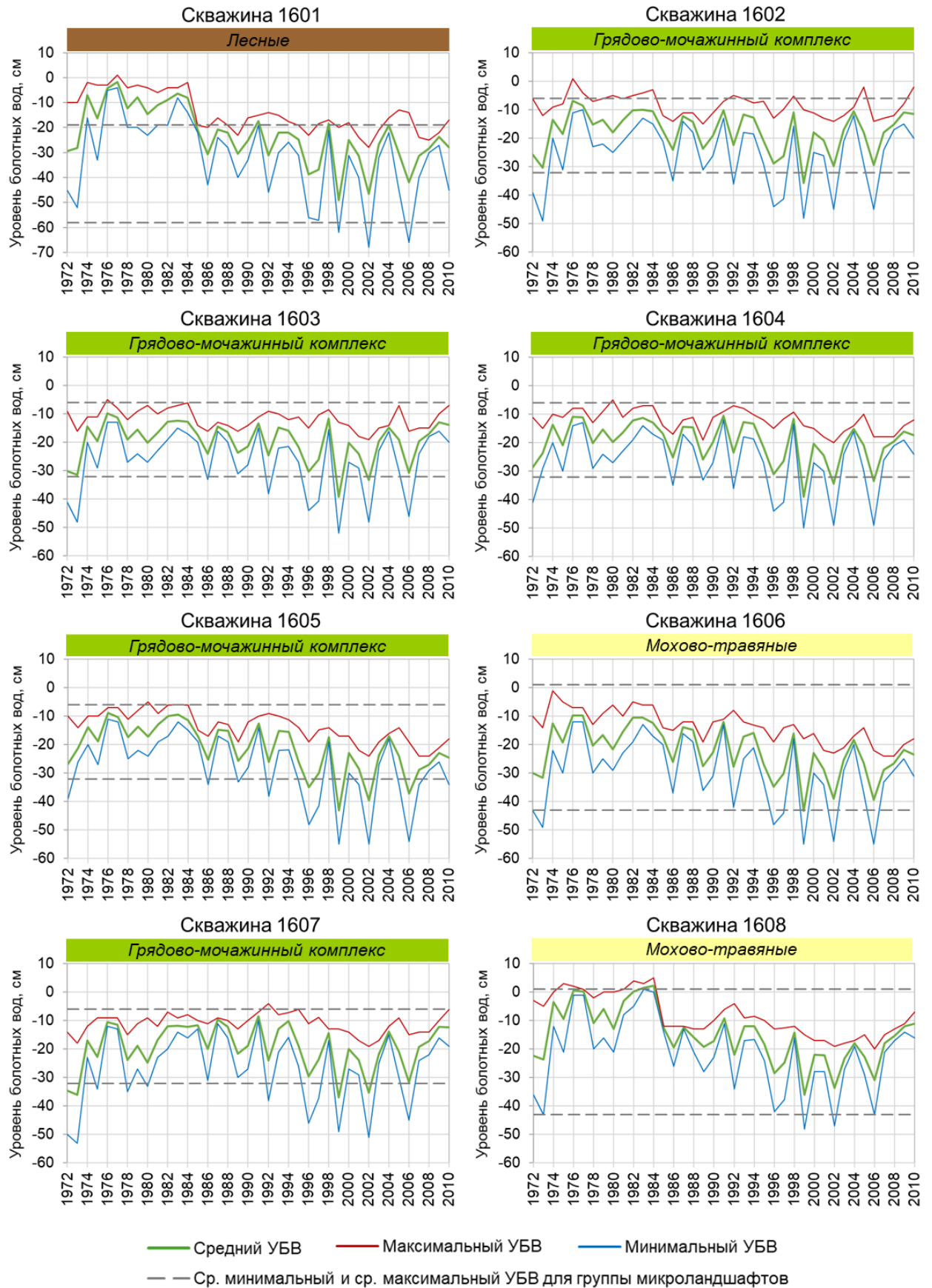


Рисунок 4.9 – Многолетние изменения уровня болотных вод на болоте Ларьянское, 1972–2010 гг.

### 4.3.3 Несвинское болото (Полистово-Ловатский болотный массив)

Полистово-Ловатская верховая болотная система является одной из наиболее крупных среди обширных болот южной и средней части Приильменской низменности. Она расположена на границе Псковской и Новгородской областей и занимает площадь более 93 тыс. га. Часть болотной системы находится под охраной Полистовского заповедника, расположенного в Бежаницком и Локнянском районах Псковской области. В состав наблюдений, производимых в заповеднике, входит, в том числе, наблюдение за элементами водного режима болотной системы.



Рисунок 4.10 – Расположение скважин болотных вод на водомерном створе Несвинского болота

В 2002 году для наблюдения за уровнем болотных вод на юго-западной окраине болота Несвинского (южная часть Полистово-Ловатской болотной системы) был проложен водомерный створ, протяженность которого составляет 1.2 км (рисунок 4.10). На створе оборудовано 5 скважин болотных вод, расположенных на разных болотных микроландшафтах (таблица 4.9).

Таблица 4.9 – Характеристика скважин болотных вод

Скважина	Расположение	Болотный микроландшафт	Характеристика (трофность, микрорельеф поверхности, древесный ярус)	Глубина торфяной залежи, м
1	Окрайка болотного массива	Сфагново-осоково-пушицевый микроландшафт (Мохово-травяная группа)	Мезотрофный. В основном ровная поверхность болота, лишь в районе скважины мохово-пушицевые повышения (высотой до 20-40 см), занимающие до 15% поверхности микроландшафта. Древесный ярус отсутствует	0.8
2	Склон болотного массива	Сфагново-кустарничково-сосновый микроландшафт (Мохово-лесная группа)	Олиготрофный. Моховые повышения высотой 10-40 см и диаметром основания 0,5-0,8 (до 1) м занимают до 60 % поверхности микрорельефа. Древесный ярус представлен сосной с отдельными деревьями сухостоя. Сомкнутость крон 0,3-0,4. Высота деревьев на границе с другими прилежащими микроландшафтами порядка 0,5-1 м, в центре высота деревьев возрастает до 2,5-3 м, местами встречаются отдельные деревья высотой 4-5 м. Диаметр стволов (на высоте мохового покрова) порядка 2-5 см, иногда до 10 см	2.5
3	Центральная часть болотного массива	Сфагново-кустарничково-пушицевый, редко облесенный сосной микроландшафт (Мохово-травяная группа)	Олиготрофный. Формирующийся грядово-мочажинный мезорельеф. Грядообразные повышения занимают до 70% площади микроландшафта. Поверхность волнистая с нечетко выраженными моховыми повышениями. Мочажиннообразные понижения с нечетко выраженной ориентировкой и контурами, располагаются на 20-39 см ниже окружающей поверхности болота. Редкооблесенный сосной микроландшафт. Сомкнутость крон деревьев порядка 0,1. Высота сосны 0,5-2 м	3.4
4	Склон болотного массива	Грядово-мочажинный комплекс (гряда). Гряды сфагново-кустарничково-пушицевые, редко облесенные сосной (Комплексная группа)	Олиготрофный. Поверхность гряд волнистая, моховые повышения нечетко выражены. Гряды занимают до 70-80% площади комплекса. Они возвышаются на 30-40 см над поверхностью мочажин. Их ширина изменяется в широких пределах от 1-2 до 10 м. Гряды облесены низкорослой сосной. Сомкнутость крон 0,1-0,2. Преобладающая высота сосны порядка 0,5-1,5 м, отдельные деревья достигают высоты 2,5-3 м	4

Скважина	Расположение	Болотный микроландшафт	Характеристика (трофность, микрорельеф поверхности, древесный ярус)	Глубина торфяной залежи, м
5	Склон болотного массива	Грядово-мочажинный комплекс (мочажина). Мочажины сфагново-осоково-очеретниковые с шейхцерией (местами) (Комплексная группа)	Мочажины узкие (шириной 2-5 м) и имеют значительную протяженность, длина их порой достигает 30-40 м. Они четко ориентированы (перпендикулярно) общему уклону болота, в сторону окрайки. Поверхность мочажин ровная. Древесный ярус отсутствует	4

Наблюдения за уровнями болотных вод проводятся, преимущественно, в вегетационный период. Уровни болотных вод измеряются относительно средней поверхности болота, отметка которой рассчитывается на основе данных линейной таксации. Таксация выполняется в вегетационный период с периодичностью, как правило, 1 раз в 3 месяца. Линии таксации проложены вдоль водомерного створа, длина линий составляет 30 м.

Дискретность измерений УБВ за период наблюдений (2002–2023 гг.) была разной: до 2015 года измерения проводились ручным способом с частотой 3–5 раз в месяц, после установки автоматических уровнемеров измерения проводятся ежедневно. Наблюдения за уровнями не производились в 2005, 2006 годах, для 2021 и 2022 годов отсутствуют данные наблюдений за май-июнь.

Анализ динамики уровней болотных вод выполнен за вегетационный период с мая по сентябрь (таблица 4.10). Данные уровней болотных вод получены из Летописей природы Полистовского заповедника за 2002–2022 гг. [<https://polistovsky.ru/files>], а также непосредственно от сотрудников заповедника.

Таблица 4.10 – Средние уровни болотных вод на участке болота Несвинского за вегетационный период (май – сентябрь), см

Группа микроландшафта	Мохово-травяная	Мохово-лесная	Мохово-травяная	Грядово-мочажинный комплекс	Грядово-мочажинный комплекс
	Скважина				
Год	1	2	3	4	5
2003	-10	-22	-17	-14	-2
2004	-16	-25	-23	-21	-12
2005	-	-	-	-	-
2006	-	-	-	-	-
2007	-11	-16	-20	-12	-3

Группа микроландшафта	Мохово-травяная	Мохово-лесная	Мохово-травяная	Грядово-мочажинный комплекс	Грядово-мочажинный комплекс
2008	-20	-28	-17	-17	-7
2009	-1	-9	-9	-3	1
2010	-12	-15	-12	-11	-5
2011	-13	-20	-20	-13	-8
2012	-12	-18	-14	-11	-4
2013	-14	-21	-15	-13	-9
2014	-17	-25	-18	-14	-10
2015	-18	-25	-18	-17	-2
2016	-15	-21	-10	-10	-3
2017	-14	-18	-12	-9	-8
2018	-25	-23	-18	-18	-9
2019	-15	-24	-15	-12	-1
2020	-16	-23	-16	-13	-9
2021*	-14	-23	-15	-13	-3
2022*	-17	-23	-16	-13	-18
2023	-20	-26	-23	-	-10
Средний УБВ за период наблюдений	-15	-21	-16	-13	-6

\*данные за неполный период (июль-сентябрь)

За период наблюдений с 2003 по 2023 г. из 21 года только 17 лет пригодны для полноценного анализа. Наиболее многоводным за этот период стал 2009 год, когда на всех скважинах наблюдался наибольший средний УБВ в вегетационный период. На скважине 5, расположенной в мочажине, средний уровень был выше поверхности болота (+1 см). В 2023 году, напротив, наблюдались одни из самых низких УБВ на окраине, в центральной части и на грядово-мочажинном комплексе. Ранее подобные низкие уровни отмечались в 2004, 2008 и 2018 годах, но не достигали минимальных значений одновременно на грядово-мочажинном комплексе и окрайке болота.

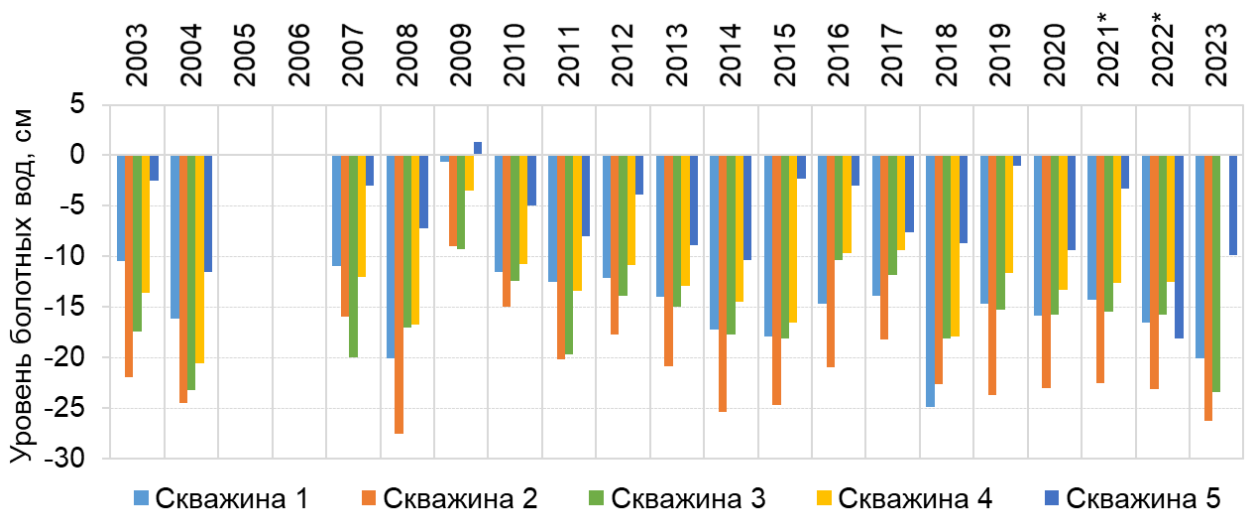


Рисунок 4.11 – Средний уровень болотных вод за вегетационный период в 2003–2023 гг. на водометном створе Несвинского болота

Таблица 4.11 – Средний уровень болотных вод за вегетационный период на участке Несвинского болота (2003-2023 гг.) и болоте Ламмин-Суо (1950-2023 гг.)

Микроландшафт (группа)		Скважина	Средний уровень болотных вод, см					
			Болото Несвинское			Болото Ламмин-Суо		
			Ср	Мин	Макс	Ср	Мин	Макс
Лесная		–	–	–	–	-39	-58	-19
Мохово-лесная		2	-21	-28	-9	-26	-45	-12
Моховая		–	–	–	–	-25	-44	-12
Мохово-травяная		1, 3	-15	-25	-1	-19	-43	1
Грядово-мочажинный комплекс	Гряда	4	-13	-21	-19	-19	-32	-6
	Мочажина	5	-6	-18	1			

В целом за период наблюдений 2003–2023 гг. можно отметить динамику снижения УБВ, однако ряд данных недостаточно продолжительный и полный, чтобы делать однозначные выводы. Необходимо учитывать, что водомерный створ скважин, протяженностью 1.2 км не может в полной мере характеризовать водный режим настолько обширного болотного массива. Однако полученные данные позволяют составить представление о происходящих процессах, характеризующихся постепенным понижением уровней болотных вод как на окрайке, так и в центральной части рассматриваемого участка болотного массива.

Полистово-Ловатский болотный массив занимает значительно большую территорию, по сравнению с болотом Ламмин-Суо, что оказывает влияние на уровеньный режим. Сравнение с характерными уровнями болотных микроландшафтов, рассчитанными по данным болота Ламмин-Суо, показало соответствие для грядово-мочажинного комплекса (таблица 4.11). Средние уровни мохово-лесной и мохово-травяной группы на Несвинском болоте выше на 7 и 3 см, соответственно.

Опираясь на полученные результаты, можно сделать вывод, что крупные болотные системы более устойчивы к происходящим климатическим изменениям. Снижения уровней болотных вод, наблюдающиеся в 2003–2023 гг. на участке Несвинского болота в ближайшее время скорее всего не приведут к изменениям болотных микроландшафтов, это связано с огромными запасами воды, сосредоточенными в Полистово-Ловатской болотной системе, в которую входит рассматриваемый участок.

#### *Заключение*

В современных климатических условиях в большинстве рассмотренных случаев наблюдается отрицательная динамика уровня болотных вод. Происходящее снижение УБВ

приводит к увеличению лесных и мохово-лесных микроландшафтов, и сокращению грядово-мочажинных и моховых. При этом скорость изменений напрямую зависит от площади болота. На небольших по площади болотах, таких как Ламмин-Суо и неосушенный участок болота Ларьянского, смена микроландшафтов происходит быстрее, чем на крупных болотных системах, обладающих большим запасом воды (болото Несвинское, входящее в Полистово-Ловатскую болотную систему).

Представление о смене микроландшафтов на болотах олиготрофного типа, разработанное Е.А. Романовой в стационарный период XX века (рисунок 4.3), основывается на «классическом» подходе, когда нарастание мощности торфа и постепенный «захват» болотом прилегающих суходолов ведет к закономерной смене микроландшафтов. В этой модели определяющим фактором выступает автогенное развитие самого болота.

Однако в современных климатических условиях наблюдается обратная направленность. Снижение уровней болотных вод, фиксируемое с 1980-х годов, вызвано изменением приграничных и внешних условий аккумуляции и стока влаги. Происходящие изменения водного режима вызывают перестройку болотной системы изнутри, в обход классической стадии заболачивания прилегающих территорий. Как следствие, наблюдается сокращение грядово-мочажинных микроландшафтов и рост облесенности, что противоречит классической схеме Романовой, рассчитанной на стационарный климат.

## **Глава 5 Изменения водного режима болот под влиянием хозяйственной деятельности (на примере болота Кадер)**

Строительство линейных сооружений, к которым относятся линии электропередач, трубопроводы, автомобильные и железные дороги и т.п., могут приводить к нарушению водного и теплового режима на болотах, к смене растительности и т.п. [Лисс и др., 1988; Новиков, 2006; Евсева, 2012].

Уровни болотных вод большую часть года расположены вблизи поверхности болота, из-за чего строительство линейных сооружений создает препятствие их естественному движению [Новиков, 2006]. По разные стороны сооружений могут возникнуть участки с избыточным увлажнением (подтопление) и с недостатком влаги («подсушка») [Лисс и др., 1988; Филиппов, 2007]. На подтопленных участках болот происходит смена растительного покрова, древесная растительность отмирает, ей на смену приходит кустарничково-травяная и травяная растительность, что в последствии приводит к изменению формирующегося вида торфа [Евсева и др., 2012]. Одновременно с этим на участках, оказавшихся в условиях недостатка влаги, могут прекращаться процессы торфообразования.

Основным фактором, обуславливающим нарушение водного режима, как раньше считалось, является угол, между линейным сооружением и направлением движения болотных вод [Новиков, 2006]. При движении болотных вод параллельно линейному сооружению, его влияние на водный режим будет минимальным, если же поток вод направлен перпендикулярно – максимальным. Исследования [Полкошникова, 1981] показывают, что при направлении стока болотных вод под углом  $90^\circ$  к сооружениям, перепады уровней болотных вод по разные стороны сооружений могут достигать 70-100 см в период весеннего снеготаяния.

В течение года наиболее значительное подтопление участков болот вблизи линейных сооружений наблюдается в период весеннего половодья и высоких дождевых паводков, минимальный уровень подтопления отмечается в период летней межени [Новиков, 2006].

Рассмотрим влияние воздействия строительства линейных сооружений на примере болота Кадер, через северный участок которого в 2018 году была начата прокладка газопровода «Северный поток – 2».

### **5.1 Характеристика болота Кадер**

Болото Кадер (Kaadersoo) расположено между берегом Нарвского залива Балтийского моря на западе и реками Россонь и Мертвица на востоке. Помимо этого, болото

относится к территории Государственного природного заказника «Кургальский» (рисунок 5.1), имеющего статус водно-болотного угодья международного значения [Водно-болотные..., 1998].

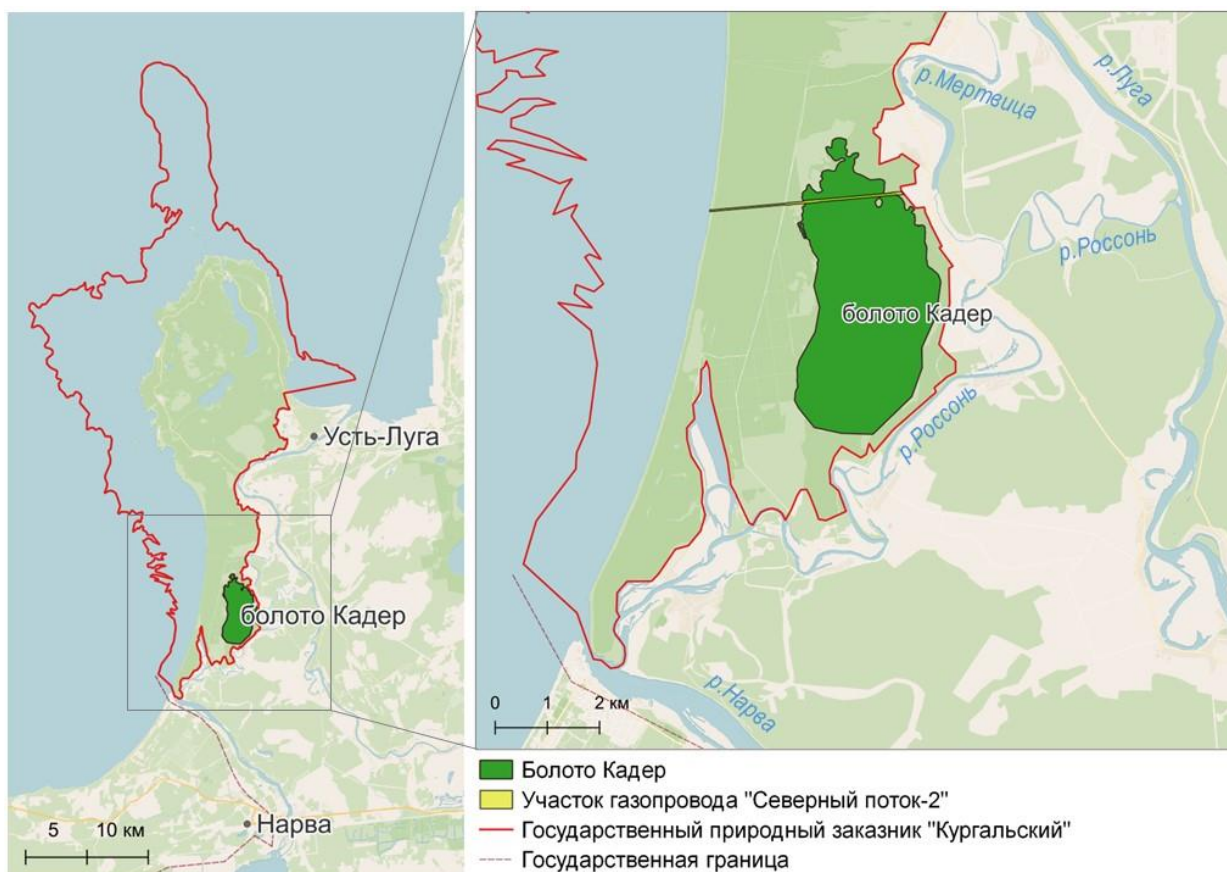


Рисунок 5.1 – Схема расположения Государственного природного заказника «Кургальский» и болота Кадер

Болото Кадер занимает плоское понижение между высокой дюнной грядой на берегу Нарвского залива и слабо террасированным берегом реки Россонь. Оно представляет собой крупную болотную систему центрально-олиготрофного хода развития, площадью 983 га [Торфяные..., 1980]. Грядово-озерковый комплекс занимает около половины общей площади болота, что не типично для болот Ленинградской области [Смагин и др., 2003]. Наибольшая мощность торфа, достигающая 4 м [Смагин и др., 2003], распространена в центральной части и постепенно сокращается к окраинам болота. Рельеф подстилающей болото территории представляет собой равнинное плато, сложенное ледниковыми отложениями.

В 1970–80-х годах была проведена осушительная мелиорация северного участка болота Кадер и прилегающей территории. В настоящее время мелиоративная сеть заброшена и зарастает, а в восточной и северо-восточной частях болота частично перекрыта

бобровыми запрудами и плотинами. Это привело к снижению среднего уровня болотных вод и способствовало возникновению пожаров, следы которых сохранились на северной части болота. В настоящее время Кадер представляет собой болотный массив в осушенном, частично осушенном и восстанавливаемом состоянии.

Растительность болот Кургальского полуострова, в том числе болота Кадер, отличается специфическим характером и пестротой, что обусловлено влиянием Балтийской ТЭЦ, расположенной в городе Нарва (Эстония). Поступающие воздушным путем продукты неполного сгорания сланцев на болота полуострова приводят к антропогенному эфтрофированию, что определяет специфику и мозаичность растительного покрова [Смагин и др., 2003].

## **5.2 Газопровод «Северный поток – 2» как источник воздействия на водный режим болота**

В 2018 году было начато строительство магистрального газопровода «Северный поток – 2», часть газопроводной системы должна была пройти через северный участок болота Кадер.

Так как болото расположено на территории Кургальского природного заказника, имеющего статус водно-болотного угодья международного значения в соответствии с критериями Рамсарской конвенции, строительство газопроводной системы через болото Кадер не должно было оказывать негативного влияния на естественный режим болотных вод.

При строительстве газопровода проектом были предусмотрены технологические решения, позволяющие снизить антропогенное влияние на водный режим прилегающей территории: метод строительства с использованием тренч-боксов, выполнение работ в сжатые сроки при положительных температурах воздуха. Кроме этого, глубина заложения двух ниток газопровода составляла не менее 1,5 м от поверхности болота, что соответствует мощности торфяной залежи на данном участке болота. При пересечении открытых мелиоративных каналов глубина заложения газопровода была предусмотрена не менее 1,1 м от дна канала. Заглубление труб практически на всем болотном участке на отметках ниже торфа должно было обеспечить отсутствие влияния трубопровода на сток болотных вод в деятельном слое в процессе эксплуатации системы, после завершения строительства.

Основные этапы строительства газопровода в хронологическом порядке состояли из:

- 1) Строительство подъездной дороги (сентябрь – декабрь 2018 г.)
- 2) Установка траншейных крепей (октябрь 2018 г. – март 2019 г.)
- 3) Установка шпунтового ограждения (февраль – июнь 2019 г.)

4) Прокладка труб (июнь 2018 г. – октябрь 2019 г.)

5) Рекультивация (ноябрь 2019 г. – февраль 2022 г.)

Далее рассмотрим этапы строительства более подробно.

Строительство подъездной дороги проводилось в период с сентября по декабрь 2018 года и было начато с расчистки коридора от древесной растительности. Для уменьшения воздействия на поверхность болота при начале строительных работ была выложена дорога из деревянных свай (рисунок 5.2).



Рисунок 5.2 – Строительство временной подъездной дороги из деревянных свай  
(осень 2018 г.)

После строительства подъездной дороги начались работы по строительству трубопровода (рисунок 5.3). В пределах коридора трассы для прокладки двух ниток

трубопровода (северной и южной) было выкопано две траншеи, каждая глубиной порядка 4 м. При рытье траншеи выемка грунта под траншеи осуществлялась одноковшовым экскаватором с требованием по разделению торфа и минерального грунта в два отвала.



Рисунок 5.3 – Процесс строительных работ (вид на юго-запад), зима 2018–2019 г.



Рисунок 5.4 – Вырытые траншеи для двух ниток газопровода (март 2019 г.)

Перед укладкой труб в траншеях были проведены строительные работы по укреплению стенок от обрушения грунта. В период с октября 2018 г. по март 2019 г. было установлено шпунтовое ограждение (рисунок 5.5). После этого в феврале – июне 2019 г. проведена установка траншейных крепей (рисунок 5.6).



Рисунок 5.5 – Шпунтовая стенка (январь 2019 г.)



Рисунок 5.6 – Установка траншейных крепей (октябрь 2018 г. – март 2019 г.)

Траншейные крепи или тренч-блоки (рисунок 5.7) представляют собой стальные конструкции, крепящиеся к стенкам траншей и предотвращающие осыпание грунта при прокладке трубопровода.



Рисунок 5.7 – Траншейные крепи (тренч-блоки)

Прокладка труб в траншеях выполнялась с июня по октябрь 2019 года методом протяжки. После завершения протяжки труб траншеи засыпались извлеченными и разделенными при рытье траншеи минеральным грунтом и торфом (рисунок 5.8). Такой способ укладки грунта должен был способствовать восстановлению естественного гидродинамического режима болотных и грунтовых вод.

После завершения строительных работ начался этап рекультивации территории строительного коридора. Была удалена временная подъездная дорога. Участок строительного коридора на болотном участке был покрыт торфом, извлеченным при рытье траншей (рисунок 5.9). После чего торф был засеян травяной растительностью.

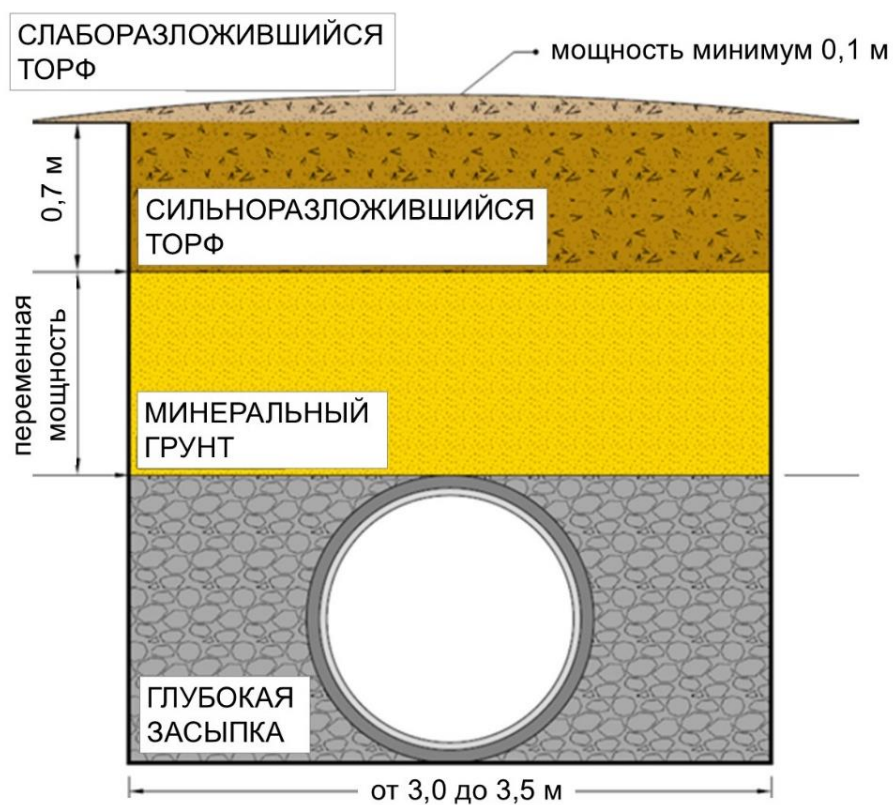


Рисунок 5.8 – Вертикальный разрез траншеи трубопровода



Рисунок 5.9 – Укладка торфа в строительном коридоре (осень 2019 г.)

### 5.3 Мониторинг водного режима

#### 5.3.1 Метеорологические условия на болоте Кадер (в период мониторинга водного режима)

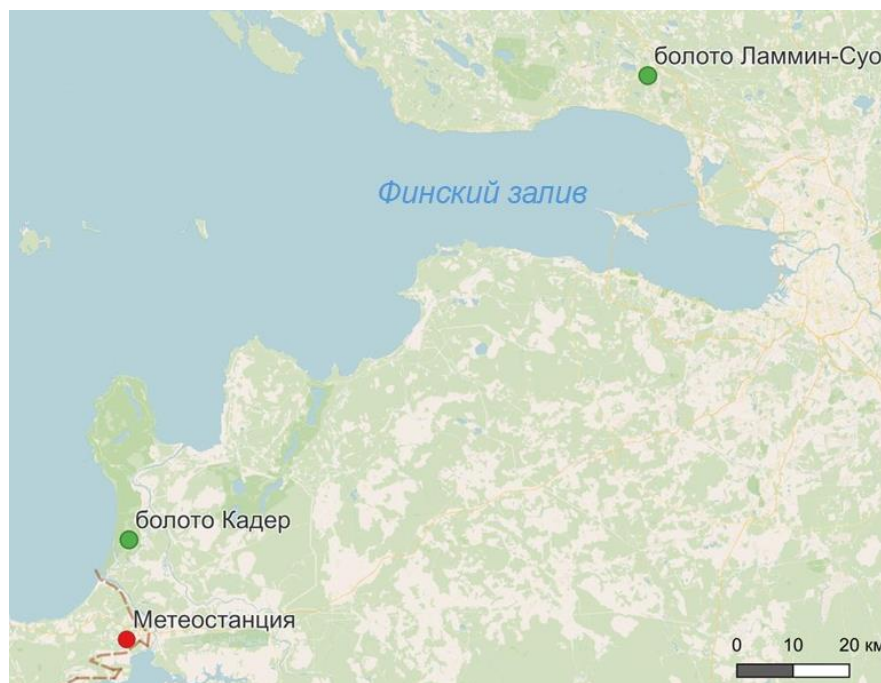


Рисунок 5.10 – Расположение болота Кадер, болота-аналога Ламмин-Суо и метеорологической станции (г. Нарва, Эстония)

В качестве источника метеорологических данных были использованы архивы погоды метеорологической станции Нарва (код станции 26058) [[https://rp5.ru/Архив\\_погоды\\_в\\_Усть-Нарве](https://rp5.ru/Архив_погоды_в_Усть-Нарве)], расположенной в г. Нарва, Эстония (59.3667 с.ш., 28.1167 ю.д.). Метеостанция расположена в 18 км южнее болота Кадер.

Таблица 5.1 – Среднемесячные температуры воздуха по данным метеостанции г. Нарва (°C)

Гидро- логический год	Месяц												Т <sub>ср</sub> , °C
	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
2018–19	2.6	-3.1	-6.3	-0.4	0.3	6.4	10.6	17.3	15.7	15.8	11.7	6.3	6.4
2019–20	1.8	1.7	1.9	0.8	1.7	3.8	8.6	17.6	16.0	16.1	13.4	8.6	7.7
2020–21	3.7	-1.0	-5.0	-8.6	-0.8	4.6	10.6	19.4	21.2	15.7	9.9	7.6	6.4
2021–22	2.1	-6.2	-3.3	-1.2	-1.2	3.2	9.5	16.4	17.6	19.0	9.1	7.5	6.0
2022–23	1.1	-4.0	-2.9	-3.0	-0.5	6.1	10.2	15.7	16.5	18.3	14.9	4.9	6.4
2023–24	-0.2	-4.3	-8.6	-3.1	1.9	5.4	12.9	16.6	19.0	17.5	15.4	7.8	6.7
2024–25	3.4	0.2	-0.5	-4.1	2.6	5.5	9.5	14.0	19.9	15.4	13.9	6.7	7.2

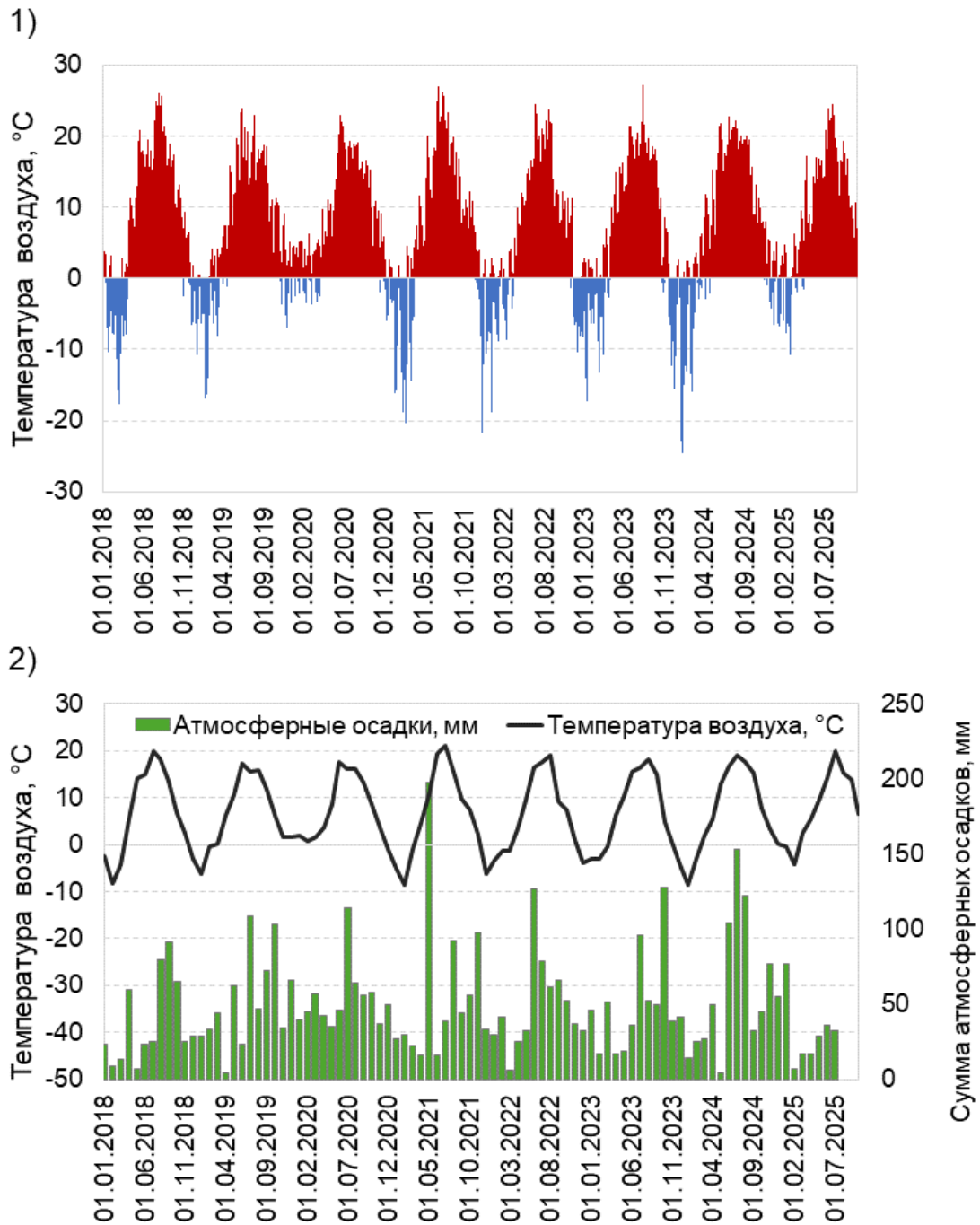


Рисунок 5.11 – График среднесуточной температуры воздуха (1) и совмещенный график среднемесячной температуры воздуха и месячных сумм осадков (2) за период 01.01.2018 – 31.10.2025

*Температура воздуха.* В таблице 5.1 приведены суммы температур воздуха по месяцам и суммарные значения за гидрологические годы периода исследования (с ноября предыдущего года до конца октября последующего). Наибольшая среднегодовая температура воздуха ( $7.7^{\circ}\text{C}$ ) наблюдалась в 2019–2020 гидрологическом году (ГГ). За 6-летний период наблюдений 2020–2021 ГГ характеризуется самым жарким летом, за июнь–август средняя температура воздуха составила  $18.7^{\circ}\text{C}$ . Наиболее теплый зимний период

наблюдался в 2019–2020 ГГ, когда средняя температура воздуха за период с ноября по март составила  $+1.6^{\circ}\text{C}$ , в середине суточные температуры воздуха редко опускались ниже нуля, продолжительных заморозков не наблюдалось. Второй по теплоте зимний период пришелся на 2024–2025 ГГ, средняя температура воздуха составила  $+0.3^{\circ}\text{C}$ . За 7–летний период с 2018 по 2025 год средняя температура воздуха холодного периода составила  $-1.2^{\circ}\text{C}$ .

*Атмосферные осадки.* Сумма атмосферных осадков была наименьшей в 2024–2025 ГГ и составила 449 мм. Наибольшее количество осадков за рассматриваемый период наблюдалась в 2019–2020 (657 мм) и 2023–2024 ГГ (656 мм).

Таблица 5.2 – Суммы атмосферных осадков (мм)

Гидро-логический год	Месяц												Год
	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
2018–19	25	29	29	33	44	5	62	23	109	47	72	103	581
2019–20	34	66	40	45	57	42	35	46	114	64	56	58	657
2020–21	37	50	27	30	22	16	198	16	39	92	44	56	627
2021–22	98	33	30	41	6	25	32	127	79	61	66	52	650
2022–23	37	32	46	17	51	17	19	36	96	52	50	128	581
2023–24	39	41	14	25	27	50	4	104	153	122	32	45	656
2024–25	77	55	77	6.9	17	17	29	36	32	63	13	26	449

Внутригодовое распределение осадков показывает, что наибольшее количество как правило выпадает с июля по октябрь (рисунок 5.12). Летом 2024 года выпало максимальное количество осадков за период 2019–2025 гг. оставившее 379 мм, что превышает среднее значение суммы летних осадков за 6-летний период на 75%.

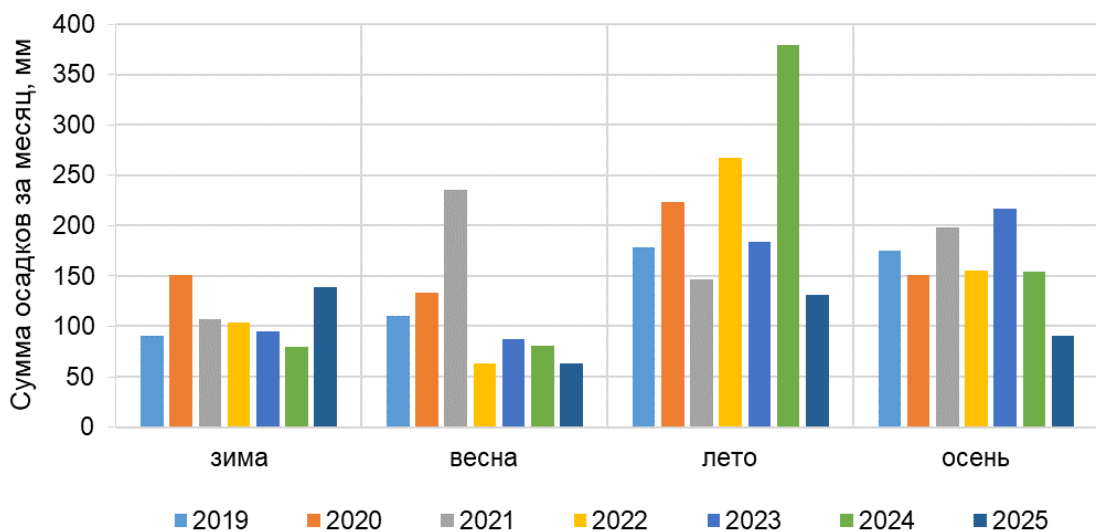


Рисунок 5.12 – Распределение осадков по временам года за период 01.12.2018 – 30.11.2025

### 5.3.2 Мониторинг болотных вод

Для оценки воздействия строительства газопровода на естественный водный режим болота Кадер в 2018 году ФГБУ «ГГИ» были начаты наблюдения, включающие в себя мониторинг уровней болотных и грунтовых вод на участках с естественным и нарушенным режимом, а также наблюдения на водотоках, вытекающих с исследуемого участка болота. Измерения производились вручную во время эпизодических выездов и автоматическими самописцами уровня, с дискретностью от ежечасных (на первом этапе мониторинга) до 4 раз в сутки.

Наблюдения были начаты 31 июля 2018 г. и продолжаются в настоящее время (2026 г.), по сокращенной программе. Количество объектов мониторинга менялось в зависимости от периода времени. Все объекты мониторинга представлены на рисунке 5.13.

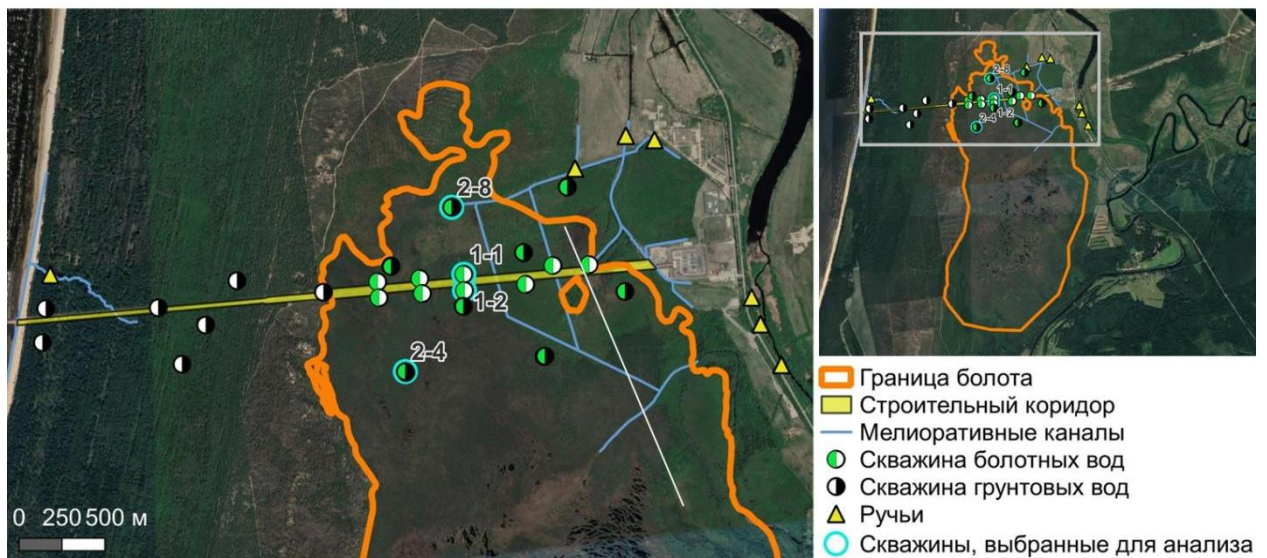


Рисунок 5.13 – Схема расположения объектов мониторинга (2018–2025 гг.)

В данной работе оценка воздействия строительства на уровеньный режим болотных вод выполнена по четырем наиболее информативным скважинам: 1-1, 1-2, 2-4, 2-8. Выбранные скважины характеризуют как нарушенный (№ 1-1, 1-2), так и естественный режим (№ 2-4, 2-8), а также отличаются наиболее продолжительным периодом наблюдений (рисунок 5.14).

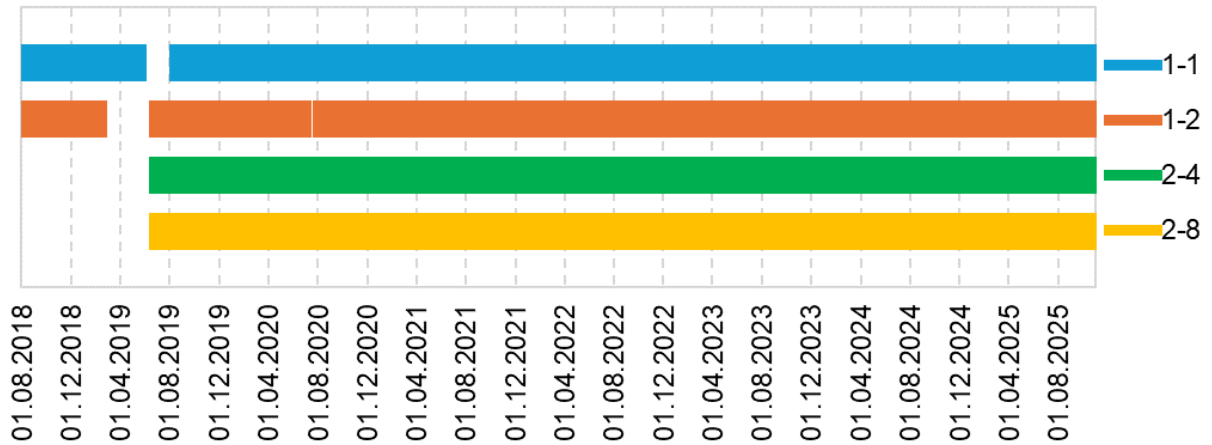


Рисунок 5.14 – Периоды наблюдения за уровнем болотных вод на скважинах, выбранных для анализа

31 июля 2018 года были начаты наблюдения за водным режимом на скважинах, расположенных вблизи строительного коридора (скважины 1-1, 1-2). Год спустя, 27 июля 2019 года, начаты наблюдения на скважинах, расположенных в зоне естественного режима болота (2-4, 2-8). Последняя загрузка данных с самописцев уровня выполнена 3 июля 2024 года.

#### *Описание скважин болотных вод*

Скважины 1-1 и 1-2 расположены в непосредственной близости от строительного коридора, в 15 и 20 м, соответственно. Строительный коридор, пересекая данную часть болота Кадер, разделяет его на две зоны, при этом скважина 1-2 находится на южной стороне трубопровода, а скважина 1-1 на северной. Обе скважины располагаются в зоне активного влияния строительства.

Таблица 5.3 – Характеристика скважин болотных вод

№ скважины	Высотная отметка поверхности болота, м БС 77	Расстояние от строительного коридора, м
1-1	6.169	15
1-2	6.377	20
2-4	7.766	462
2-8	5.821	412

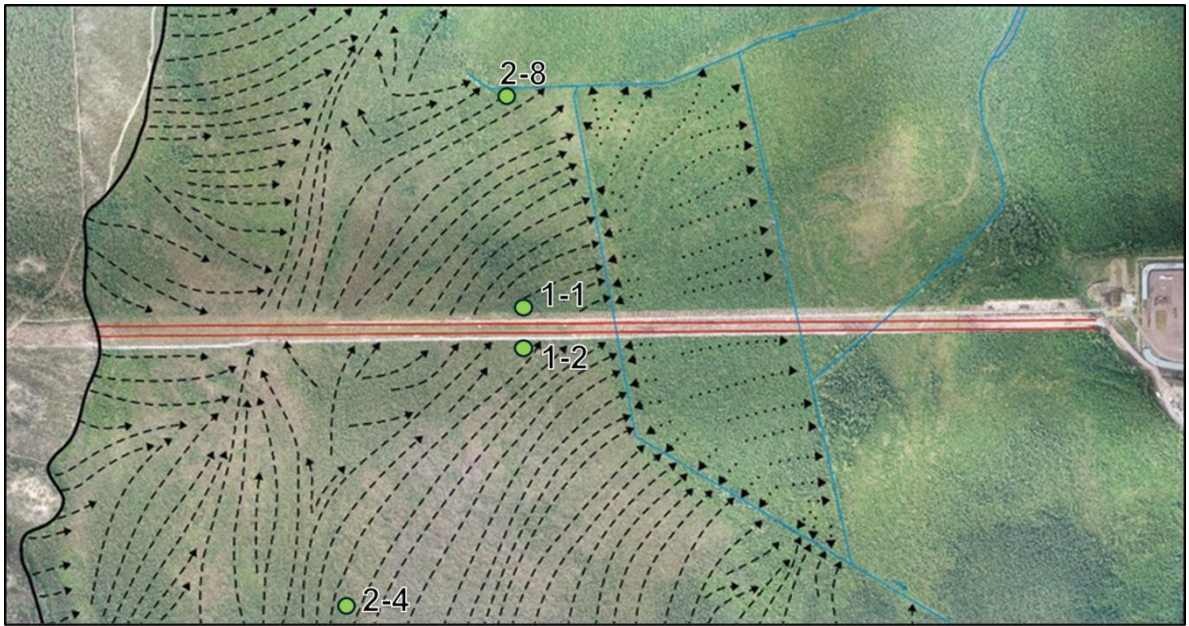


Рисунок 5.15 – Сетка линий стекания болотных вод [Марков и др., 2020]

Исследования, проведенные до начала строительных работ [Марков и др., 2020], показали, что поток болотных вод направлен на северо-восток и пересекает коридор трубопровода под углом 90–130 градусов (рисунок 5.15). Строительство трубопровода привело к тому, что скважина 1-2 оказалась в зоне «подтопления» болотных вод, а скважина 1-1 – в зоне недостаточного питания («подсушки»).

Скважины 2-4 и 2-8 располагаются в зоне естественного водного режима болота. Скважина 2-4 расположена на расстоянии 462 м к югу от строительного коридора, в зоне естественного режима и является фоновой для скважины 1-2. Отсюда поток болотных вод движется на северо-восток, пересекает строительный коридор и через мелиоративные каналы и окраину болота разгружается на прилегающий суходол.

Скважина 2-8, расположена на расстоянии 412 м к северу от строительного коридора, и наиболее приближена к северной границе болота. Скважина может рассматриваться как фоновая для водного режима болота на северной стороне от трубопровода, в том числе для скважины 1-1.

Минеральное ложе болота и прилегающей прибрежной территории представлены суглинками и песками различной зернистости, верхний слой которых закальматирован преимущественно органикой. С западной стороны болота и прилегающий берег Нарвского залива разделяет так называемая реликтовая дюна, высота которой достигает 30 м. В створе пересечения болота газопроводом мощность торфа не превышает 2.5 м [Марков и др., 2020].

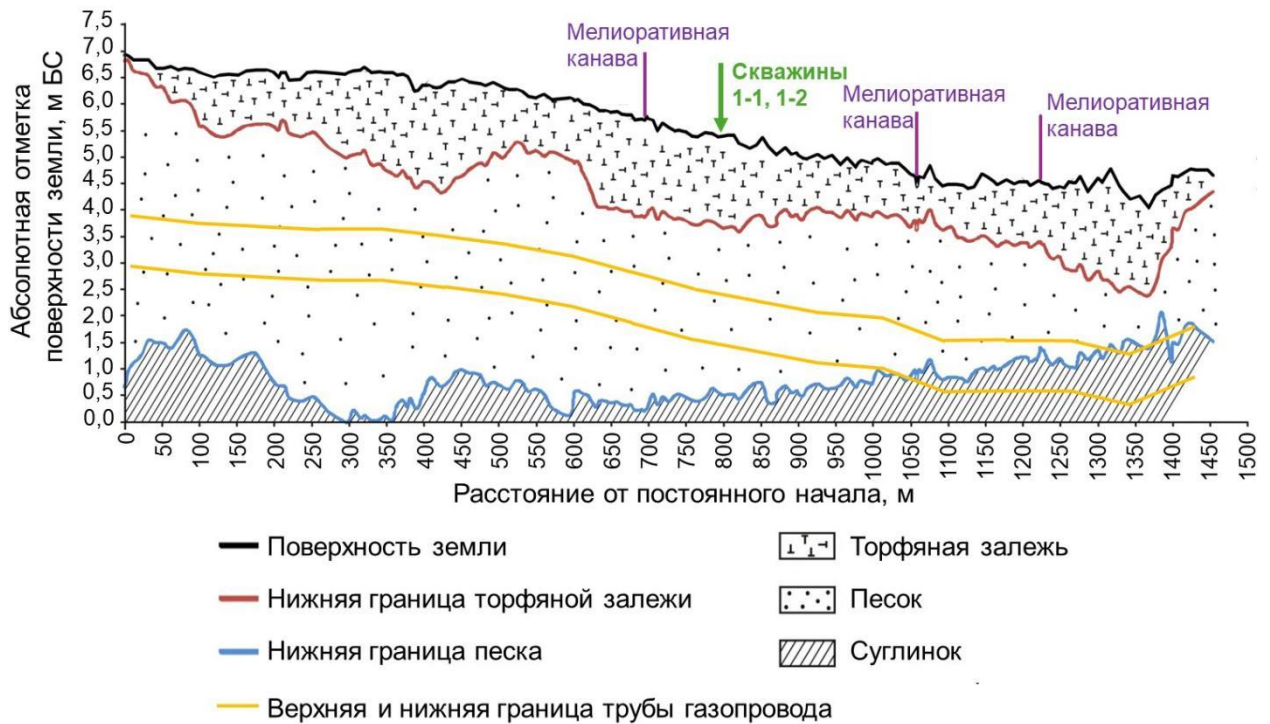


Рисунок 5.16 – Профиль отложений торфа и минеральных грунтов по оси трассы газопровода на болотном участке [Марков и др., 2020]

На вертикальном профиле (рисунок 5.16), полученном в рамках обследования болота, видно, что в створе строительного коридора участок болота имеет уклон с запада на восток, от реликтовой дюны в сторону реки Мертвицы. Этот уклон в период активного строительства и последующего восстановления участка болота, оказывал влияние на движение болотных вод в нарушенных горизонтах.

#### 5.4 Оценка изменений водного режима под влиянием строительства

Типичный годовой ход уровня болотных вод характеризуется наибольшим подъемом в марте – апреле, в период весеннего снеготаяния, после чего с конца мая – начала июня происходит постепенный спад. Минимальных значений УБВ, как правило, достигают в августе. В сентябре осенние дожди и сокращение испарения вызывают постепенный рост уровня болотных вод. В октябре – ноябре подъем уровня прекращается, повышенные отметки УБВ, характерные для осенне-зимнего периода, наблюдаются до начала весеннего снеготаяния, вызывающего подъем уровня [Иванов, 1953].

Строительство газопровода привело к нарушениям естественного водного режима северного участка болота Кадер. Начало строительства подъездной дороги в сентябре 2018 года и установка траншейных крепей (октябрь 2018 г. – март 2019 г.) вызвали повышение уровня болотных вод вблизи строительного коридора (скважины 1-1 и 1-2).

Начало строительных работ привело к подъему УБВ на скважине 1-1. Вода поднялась выше поверхности болота 12 сентября 2018 года и не опускалась ниже поверхности болота до 13 апреля 2019 года. Средний УБВ на скважине 1-1 за этот период составил 10 см, максимальный – 17 см (20.03.2019).

На скважине 1-2 подъем уровня выше поверхности болота произошел на 16 дней позже, 29 сентября 2018 года. 12 января 2019 года запись данных уровня на скважине остановилась. За период 28.09.2018–12.01.2019 средний уровень болотных вод на скважине 1-2 составил 6 см, максимальный – 11 см.

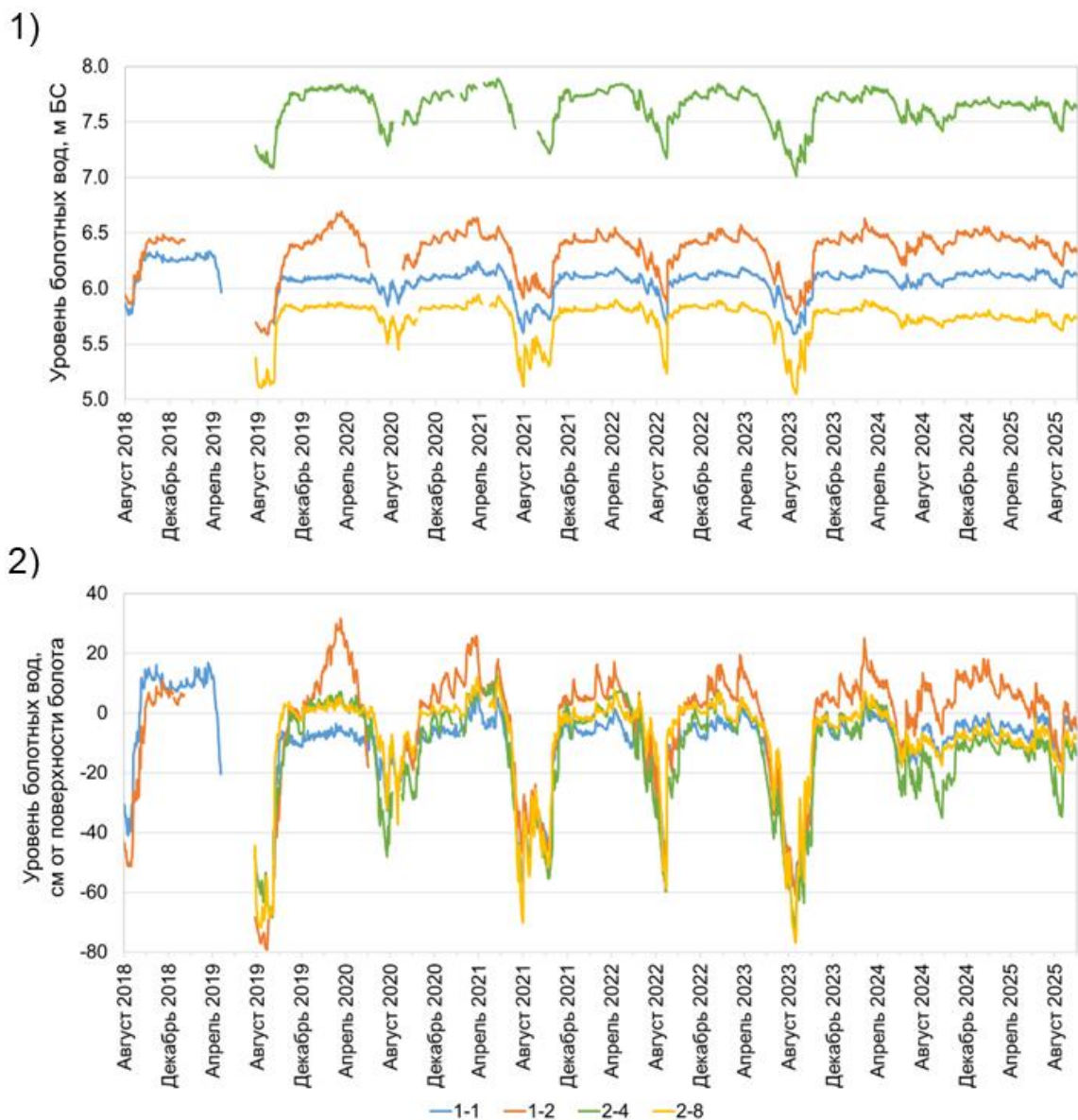


Рисунок 5.17 – Уровень болотных вод в абсолютных отметках (1) и относительно поверхности болота (2), август 2018 г. – сентябрь 2025 г.

Следующий этап строительства включал в себя установку шпунтового ограждения (февраль – июнь 2019 г.) и последовавшую за этим прокладку труб (июнь 2018 г. – октябрь 2019 г.).

В августе 2019 года произошло наибольшее снижение УБВ как на скважине с нарушенным режимом (1-2), так и на фоновых скважинах (2-4, 2-8), для скважины 1-1 данные отсутствуют. Лето 2019 года отличалось малым количеством осадков. Сумма осадков, выпавших за летний период 2019 года, составила 179 мм, что на 26 мм ниже среднего значения летнего периода 2018–2025 гг., составляющего 205 мм. Однако стоит отметить, что в 2021 году сумма летних осадков составила 147 мм, что на 58 мм ниже среднего количества летних осадков за период исследования, при этом значения УБВ в летнюю межень были выше, чем летом 2019 года. Стало быть, основная причина снижения уровня на скважине 1-2 в 2019 году объясняется антропогенным нарушением водного режима вблизи трубопровода. Сравнение с фоновыми значениями уровня показало, что в 2019 году на скважине 1-2 средний УБВ за август составил –76 см, что на 17 см ниже, в сравнении с фоновой скважиной 2-4 (–59 см). В последующий период (2022–2025 гг.) в летнюю межень (парные данные по скважинам имеются с 2022 года) положение уровня на скважине 1-2 всегда было выше, чем на фоновой скважине (2-4), разница уровней составляла от 9 до 25 см. Иными словами скважина 1-2 с 2020 года находится в зоне «подтопления» и характеризуется повышенным положением уровня болотных вод относительно фоновых значений, однако летом 2019 года ситуация была обратной. Таким образом, можно сделать вывод, что значительное снижение уровней болотных вод летом 2019 года на южной стороне газопровода (скважина 1-2) было обусловлено строительными работами, вызвавшими нарушение естественного водного режима. В период строительства, до засыпки траншеи газопровода, болотные воды могли беспрепятственно стекать по прорытым траншеям в восточном направлении, свободно проходя через грубообломочную отсыпку, проложенную вокруг труб газопровода.

Строительные работы были завершены в октябре 2019 года, после чего начался процесс рекультивации. Верхний слой (0.7 м) строительного коридора был закрыт торфом, извлеченным ранее при строительстве (рисунок 5.8). Торф находился в переувлажненном состоянии. Поврежденная структура торфа и отсутствие растительности привели к тому, что процессы вертикального и горизонтального движения вод в поверхностном слое были нарушены.

Засев строительного коридора травяной растительностью в 2020 году привел к постепенному восстановлению растительного покрова. Одновременно с этим произошло уплотнение торфа и восстановление естественных процессов горизонтальной фильтрации

болотных вод, движение которых направленно практически перпендикулярно строительному коридору.

Сравнение хода УБВ на фоновых и подверженных влиянию участках показало, что в период летней межени происходило синхронное снижение уровня на всех скважинах, как с естественным, так и с нарушенным режимом. Наибольшие отличия в ходе уровней наблюдались в период с ноября и до окончания весеннего половодья. В связи с этим для дальнейшего анализа уровня режима болотных вод остановимся на зимнем периоде и весеннем половодье, не рассматривая период спада уровня после начала весеннего половодья и летнюю межень.

### *Зимний период*

Разница средних значений УБВ зимнего периода в зоне «подсушки» (скважина 1-1) составила 4 см, от –4 до –8 см. На данном участке наблюдается устойчивая тенденция к повышению уровня в зимний период. За 6 лет наблюдений произошло постепенное увеличение уровня в зимний период на 4 см. Самые низкие отметки наблюдались зимой 2019–2020 ГГ (–8 см), самые высокие в последние две зимы (–4 см).

В зоне «подтопления» (скважина 1-2) в зимний период средний УБВ всегда был выше поверхности болота, и изменялся в пределах от +5 до +12 см. Максимальное среднее значение уровня за зимний период зафиксировано зимой 2019–2020 ГГ (+12 см), минимальное — зимой 2021–2022 ГГ (+5 см). Высокие значения зимних уровней подтверждают постоянное подтопление данного участка.

Таблица 5.4 – Средний уровень болотных вод в зимний период (с ноября по март) относительно поверхности болота, см

Период	Скважина болотных вод			
	1-1	1-2	2-4	2-8
01.11.2019–31.03.2020	-8	12	2	1
01.11.2020–31.03.2021	-5	11	-2	2
01.11.2021–31.03.2022	-6	5	-2	-1
01.11.2022–31.03.2023	-5	8	-1	1
01.11.2023–31.03.2024	-4	9	-3	-1
01.11.2024–31.03.2025	-4	11	-10	-7
$\Delta$ УБВ	4	6	12	9

На фоновых скважинах (2-4, 2-8) не отмечается направленной тенденции изменения уровня, их режим главным образом зависит от естественных факторов, таких как характер

зимы и количество выпавших осадков. Наиболее низкие отметки уровней болотных вод наблюдались в зимний период 2024–2025 ГГ, что объясняется теплой зимой ( $T_{ср}=+0.3^{\circ}\text{C}$ ), в течение которой частые оттепели повлияли на сток болотных вод. С южной стороны от трубопровода наличие зоны «подтопления» проявилось на участке скважины 1-2 в подъеме уровня болотных вод, где его среднее значение за зимний период составило 12 см выше поверхности болота.

*Период весеннего половодья*

Максимальные подъемы уровней болотных вод в период наблюдений (2020–2025 гг.) происходили весной, и обуславливались таянием снега. Даты наступления максимальных уровней как правило приходятся на вторую половину марта, самое раннее половодье зафиксировано в 2025 году (18 января), самое позднее в 2022 году (9 апреля).

Для анализа изменений уровня режима в период весеннего половодья были определены даты наступления максимального уровня. Далее для каждого года был выделен период, включающий в себя пять дней до и после даты максимального подъема УБВ. Для выделенного периода был рассчитан средний УБВ для каждой из четырех скважин (таблица 5.5).

Таблица 5.5 – Уровень болотных вод в период весеннего половодья (за 5 дней до и 5 дней после наступления максимального уровня), см

Дата наступления максимального уровня	Период	Средний уровень болотных вод за 11-дневный период			
		1-1	1-2	2-4	2-8
18.03.2020	13-23.03.2020	-6	29	6	4
25.03.2021	20-30.03.2021	4	23	-	9
09.04.2022	04-14.04.2022	0	13	6	5
21.03.2023	16-26.03.2023	0	15	3	3
25.02.2024	20.02-01.03.2024	0	20	3	5
18.01.2025	13-23.01.2025	-3	15	-9	-6
ΔУБВ		10	16	15	15

Полученные значения показали, что для участка болота, расположенного вблизи газопровода (скважины 1-1, 1-2), первые два года после завершения строительства (2020–2021 гг.) значительно отличаются от последующих четырех лет восстановительного периода. В то же время на участках болота с естественным режимом (скважины 2-4, 2-8)

значительных различий в максимальных УБВ между годами не наблюдалось, за исключением многоводного 2025 года.

Весной 2020 года в зоне «подсушки» (скважина 1-1) болотные воды оставались ниже поверхности болота, средний УБВ за выделенный 11-дневный период половодья составил 6 см ниже поверхности. Одновременно с этим, по другую сторону газопровода, в зоне «подтопления» (скважина 1-2), наблюдались наибольшие уруни за пять лет: средний УБВ за 11-дневный период половодья составил 29 см выше поверхности болота. Амплитуда между участками болота по разные стороны трубопровода, таким образом, составила 35 см.

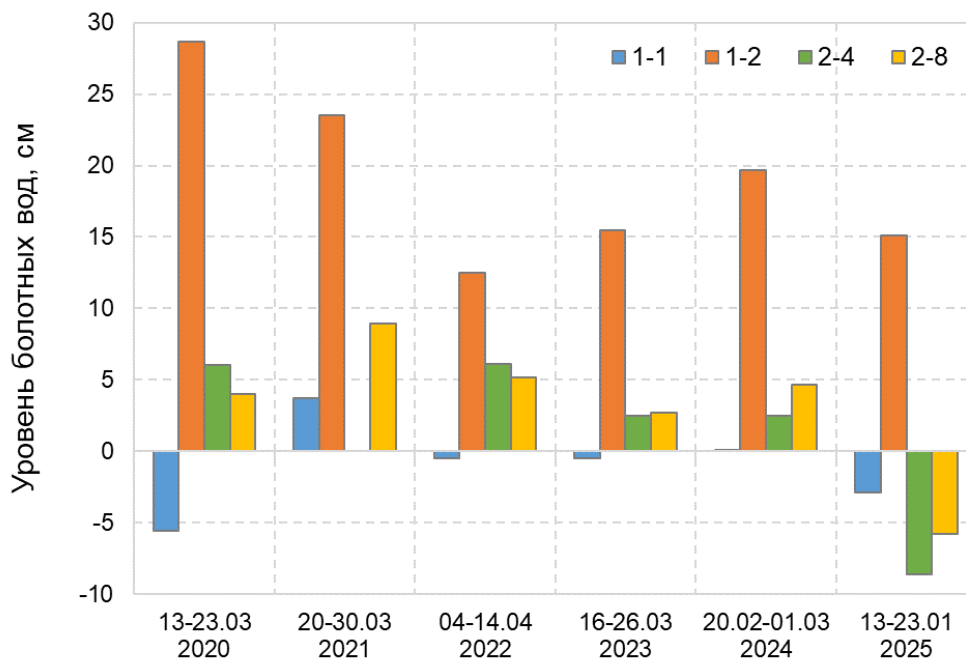


Рисунок 5.18 – Уровни болотных вод в период весеннего половодья на фоновых (скважины 2-4, 2-8) и нарушенных участках болота (скважины 1-1, 1-2) за период 2020–2025 гг.

В последующие годы (2021–2025 гг.) разница уровней между прилегающими к газопроводу участками болота на северной и южной стороне (скважины 1-1 и 1-2) в период весеннего половодья постепенно снижалась, изменяясь в пределах 13–20 см (рисунок 5.18). Такой перепад уровней для участка болота протяженностью 40 м остается достаточно высоким и говорит о нарушении движения болотных вод.

Причиной сохранения зоны «подтопления» вероятнее всего является нарушение технологии при заполнении траншеи газопровода. Отсыпка канала трубопровода должна была производиться в соответствии со схемой (рисунок 5.8), когда пространство вокруг трубы заполнялось грубой отсыпкой, далее укладывался слой минерального грунта,

верхний горизонт заполнялся извлеченным ранее торфом. Согласно вертикальному профилю вдоль оси трассы газопровода (рисунок 5.16) торфяная залежь подстилается песками, ниже которых расположен слой суглинков. В процессе рытья траншеи минеральные грунты были извлечены, и впоследствии использованы при ее заполнении. Можно предположить, что на участке скважин 1-1 и 1-2 песчаные грунты смешались с суглинками, что привело к уменьшению фильтрационной способности минерального слоя, подстилающего торфяную залежь. Суглинки также могли проникнуть с нижележащий слой грубой отсыпки, заложенный вокруг труб газопровода, что привело к дополнительному нарушению фильтрации.

В итоге, из-за нарушения фильтрационных параметров участка, образовавшая с южной стороны газопровода, зона «подтопления» продолжила свое существование после завершения периода рекультивации и наблюдается по настоящее время.

*Сравнение уровневого режима болотных вод на скважинах, расположенных по разные стороны строительного коридора*

Скважины 1-1 и 1-2 расположенные по разные стороны строительного коридора находятся друг от друга на расстоянии 94 м. Чтобы оценить влияние строительства и процессы восстановления естественного режима рассмотрим разницу в средних месячных УБВ на данных скважинах (рисунок 5.19).

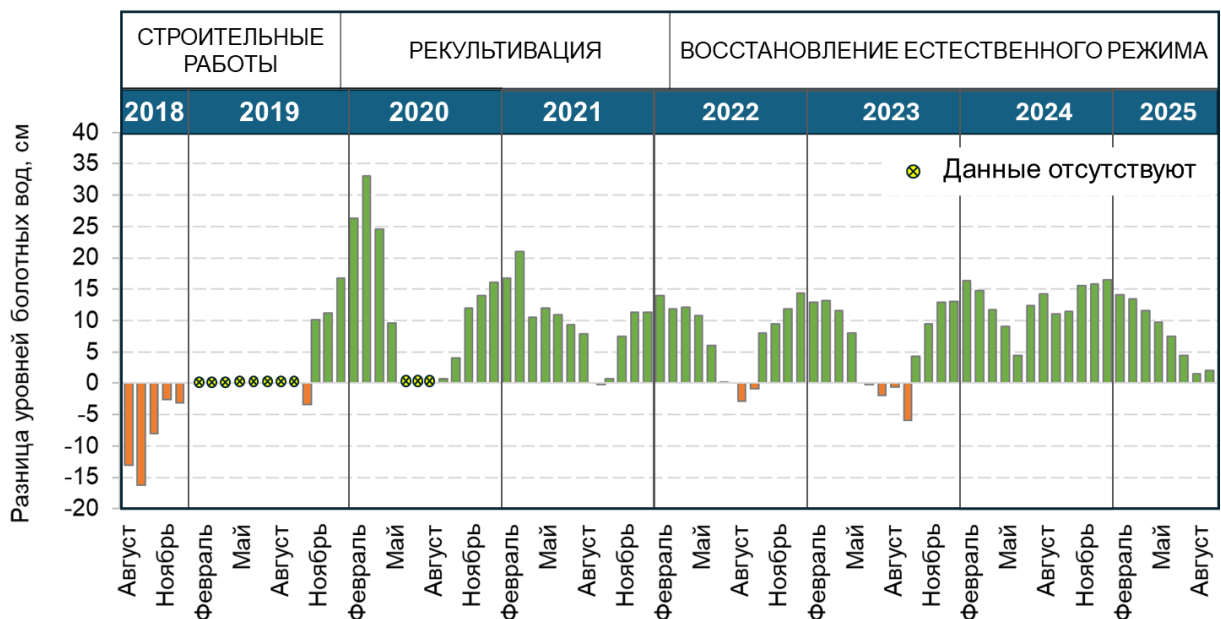


Рисунок 5.19 – Разница среднемесячных уровней болотных вод на скважинах 1-2 и 1-1 (2018–2025 гг.)

Анализ изменения среднемесячных значений уровней болотных вод показал, что наибольшие различия между зонами «подтопления» (1-2) и «подсушки» (1-1) наблюдались в период 2018–2020 гг. При этом в 2018 году уровни на скважине 1-1 (зона «подсушки») превышали уровни на скважине 1-2 (зона «подтопления»). Начиная с ноября 2019 года, в большинстве случаев уровни в зоне «подтопления» были выше, за исключением периода летней межени 2022 и 2023 годов. С апреля 2021 года разница УБВ в зоне «подсушки» и «подтопления» уменьшилась и за весь последующий период не превышала 16 см.

В целом, за весь период наблюдений, наиболее значительная разница в отметках УБВ по разные стороны газопровода наблюдается в холодный период года (с ноября по март). Так в холодный период 2019–2020 гг. уровни болотных вод в зоне «подтопления» были в среднем выше на 19 см, чем в зоне «подсушки». В 2020–2021 гг. эта разница уменьшилась до 16 см. В последующие годы средняя разница УБВ по разные стороны газопровода в холодный период не превышала 13 см.

#### *Сравнение уровня режима болотных вод на нарушенных и фоновых участках болота*

Разница среднегодовых уровней между фоновым участком (скважина 2-4) и зоной «подтопления» (скважина 1-2) изменялась от 3 до 18 см. При этом наибольшая разница уровней по среднегодовым и среднемесячным значениям наблюдалась в 2024–2025 гг., что связано с многоводным периодом. Сумма осадков, выпавших в 2024 году, составила 708 мм, что превышает среднюю годовую сумму осадков предыдущего периода (2018–2023 гг.) на 113 мм.

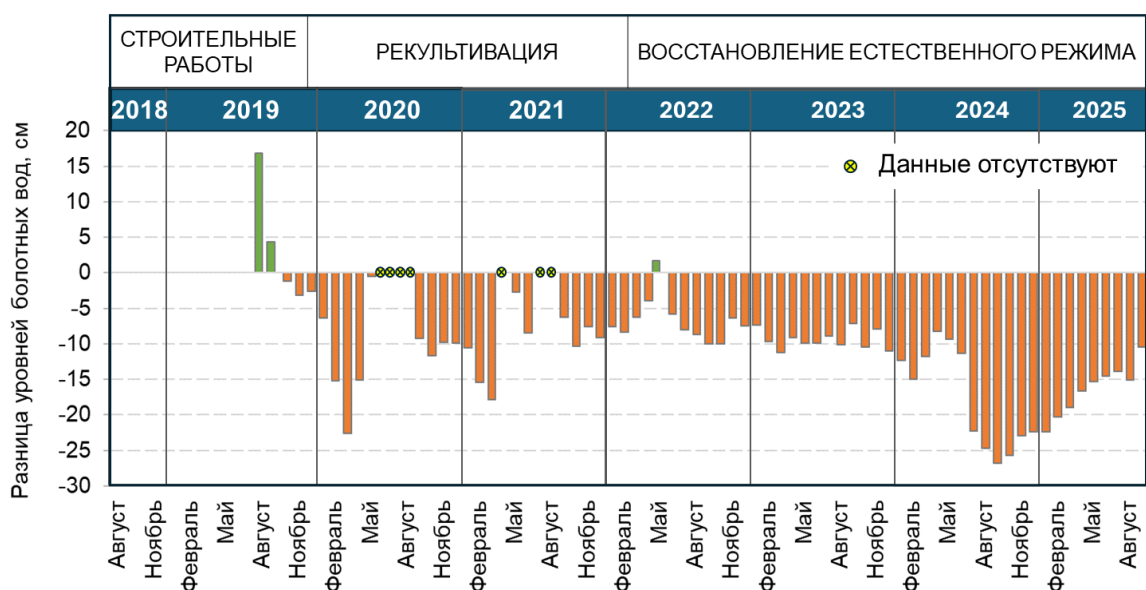


Рисунок 5.20 – Разница среднемесячных уровней болотных вод на скважинах 2-4 и 1-2 (2018–2025 гг.)



*Сравнение режима уровня болотных вод с типичным верховым болотом (болото-аналог Ламмин-Суо)*

Сравнение данных, полученных на болоте Кадер с естественным режимом на типичном верховом болоте (болото-аналог Ламмин-Суо), показало общее сходство колебаний УБВ (рисунок 5.20). Для анализа естественного режима использованы УБВ, измеренные на генетическом центре болота Ламмин-Суо, где мощность торфа составляет 4.7 м.

Общий характер хода естественного уровня болота Кадер (скважины 2-4, 2-8) совпадает с ходом уровня на Ламмин-Суо. В период летне-осенней межени наблюдается превышение уровня болотных вод на Ламмин-Суо над фоновыми значениями болота Кадер. Обратная ситуация наблюдается в осенне-зимний период и до начала летней межени, когда уровень болотных вод болота-аналога понижен относительно фоновых уровней болота Кадер. Данное явление может быть объяснено сравнительно большей мощностью торфяной залежи болота Ламмин-Суо, в генетическом центре, достигающей 4.7 м, тогда как на болоте Кадер мощность торфа на участке исследования не превышает 2.5 м. Помимо этого на болоте Кадер на сток болотных вод оказывает влияние система мелиоративных каналов.

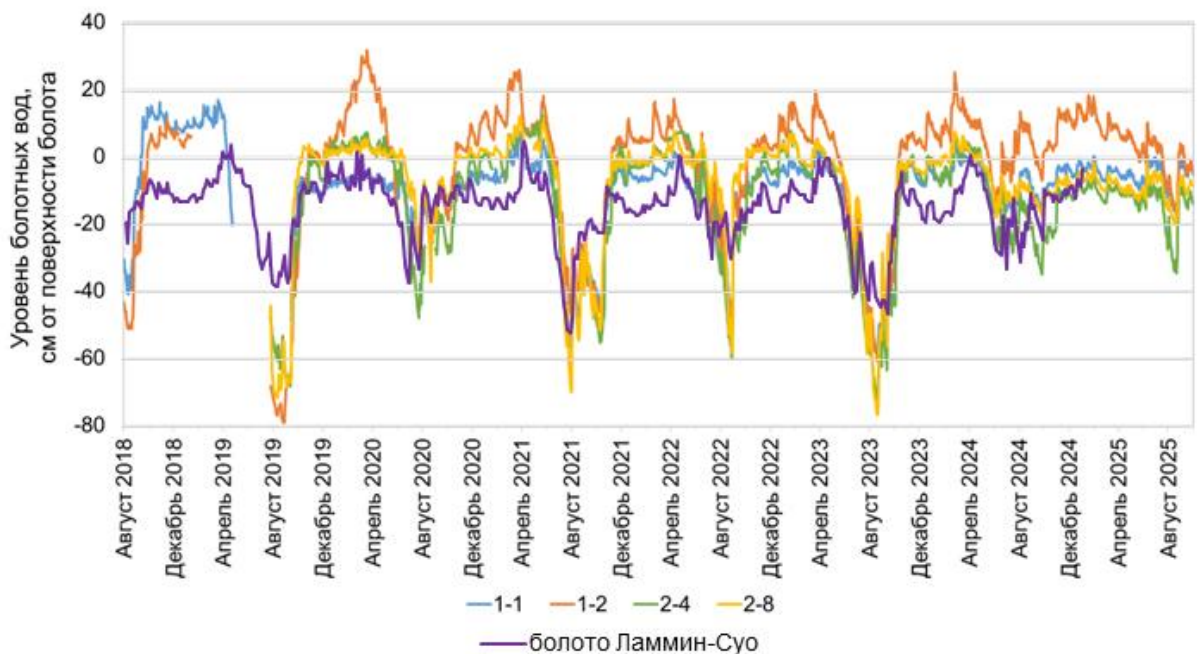


Рисунок 5.20 – Сравнение колебания уровней болотных вод на болоте Кадер (2018–2025 гг.) и болоте-аналоге Ламмин-Суо (2018–2024 гг.)

Период высокой водности пришелся на 2024 год. Сумма осадков, выпавших летом 2024 года составила 379 мм, превысив среднее значение осадков за 7-летний период (2019–

2025 гг.) на 74%. Сумма садков за календарный 2024 год составила 708 мм. В этот период как на нарушенных, так и на фоновых участках наблюдались высокие уровни болотных вод. При этом уровни на скважине 1-1, расположенной в зоне «подсушки», были выше, чем на фоновых участках, чего не происходило в предыдущие периоды. Таким образом, можно сделать вывод, что в период высокой водности недостаток влаги, возникающей за счет нарушения горизонтальной фильтрации болотных вод, восполняется обильными осадками. В тоже время в зоне «подтопления» произошло увеличение аккумуляции воды, вызванное сниженной пропускной способностью данного участка.

*Прогнозируемы изменения болотных микроландшафтов на болоте Кадер*

В 2018 году было выполнено обследование болотных микроландшафтов на участке мониторинга, в соответствии с классификацией [Усова, 2019], составлено их описание [Марков и др., 2020]. Скважина 1-1 располагалась на моховом микроландшафте, скважина 1-2 на грядово-мочажинном комплексе, фоновые скважины 2-4 и 2-8 располагались на мохово-лесных микроландшафтах.

Сравнение с характерными уровнями болотных вод, полученными по данным болота Ламмин-Суо, показало, что для всех участков болота Кадер, как фоновых, так и нарушенных, минимальные уровни достигают более низких значений (таблица 5.6).

Таблица 5.6 – Средние уровни болотных вод за вегетационный период

Микроландшафт	Скв.	Значение уровня	Год					Характерные уровни (по данным Ламмин-Суо)	
			2020	2021	2022	2023	2024		2025
Моховой	1-1	ср	-15	-25	-16	-30	-11	-6	-25
		мин	-22	-42	-33	-53	-13	-11	-44
		макс	-10	-1	-9	-8	-6	-3	-12
Грядово-мочажинный	1-2	ср	-	-17	-13	-30	0	-1	-19
		мин	-	-36	-36	-53	-8	-9	-32
		макс	-	11	2	0	9	4	-6
Мохово-лесной	2-4	ср	-	-	-19	-39	-19	-15	-26
		мин	-	-	-45	-63	-28	-25	-45
		макс	-	-	4	-10	-10	-10	-12
Мохово-лесной	2-8	ср	-10	-24	-10	-30	-10	-10	-26
		мин	-19	-43	-34	-62	-14	-15	-45
		макс	1	5	0	-4	-5	-8	-12

Анализ изменения уровней болотных вод вегетационного периода на участках, расположенных в зоне влияния газопровода, показал, что зона «подтопления» (скважина 1-2), характеризуется значительными подъемами воды, в сравнении с характерными

уровнями. Средние максимальные УБВ за 2021–2025 гг. составляли от 0 до 11 см выше поверхности болота, тогда как характерные максимальные УБВ грядово-мочажинного комплекса равны 6 см ниже поверхности болота. Высокие уровни болотных вод могут привести к постепенной деградации грядово-мочажинного комплекса и переходу в более обводненную мохово-травяную группу микроландшафтов.

В зоне «подсушки» значительных отличий от характерных уровней болотных вод для моховой группы микроландшафтов не обнаружено, что характеризует данный участок как устойчивый.

Наличие засушливого 2023 года и последовавшего за ним двухлетнего периода высокой водности осложняет сравнение полученных значений с характерными уровнями и формирования объективного сценария динамики болотных микроландшафтов на участке воздействия газопровода. Для объективных выводов относительно возможной динамики болотных микроландшафтов под влиянием трубы газопровода требуется продолжить наблюдения за уровнем режимом болотных вод и состоянием растительных сообществ.

#### *Заключение*

Строительство газопровода «Северный поток – 2» на северной участке болота Кадер привело к нарушению водного режима, проявившегося вблизи строительного коридора. Наиболее выраженный период нарушения водного режима, вызванный строительными работами, продолжался с осени 2018 по июнь 2021 года, после чего последовало постепенное восстановление, однако влияние газопровода на уровень режим вблизи строительного коридора сохраняется до настоящего времени.

В результате строительства с южной стороны газопровода образовалась зона «подтопления», характеризующаяся повышенным уровнем болотных вод в сравнении с фоновым участком. С северной стороны газопровода сформировалась зона «подсушки».

Анализ нарушений водного режима болота выявил, что наибольшие отличия в ходе уровней болотных вод на нарушенных и фоновых участках наблюдались в период с ноября и до окончания весеннего половодья, тогда как в период летней межени существенных отличий не отмечалось. В годы с большим количеством осадков (2024 г.) в летний период происходит аккумуляция воды как в зоне «подтопления», так и в зоне «подсушки», при этом наблюдается снижение уровней на фоновых участках.

Основной причиной антропогенного изменения водного режима стали нарушение фильтрационных свойств торфа (ввиду нарушения его структуры) и нижележащих минеральных грунтов. Из-за этого влияние газопровода особенно проявляется в изменении естественного уровня режима болотных вод в полосе газопроводной системы в годы с

высокими осадками, особенно в летний период. Восстановление естественных фильтрационных свойств займет длительное время и будет зависеть от скорости нарастания торфяной залежи, влияния растительности и криогенных процессов (фазовых переходов влаги в торфяной залежи).

На участке болота, наиболее подверженном влиянию газопровода (зона «подтопления»), ожидается смена микроландшафтов. Здесь грядово-мочажинный комплекс в ближайшее десятилетие может перейти в микроландшафт более обводненной мохово-травяной группы.

## Заключение

В ходе работы над диссертацией были получены следующие основные научные выводы:

1. *Климатические изменения и их влияние на водный режим болот.* По данным многолетних наблюдений на болотных станциях выявлено, что изменения водного режима верховых болот Северо-Запада РФ обусловлены климатическими факторами: ростом температуры воздуха (особенно в зимний период), сокращением глубины промерзания торфяной залежи, ростом и внутригодовым перераспределением осадков. Установлено, что климатический перелом, характеризующий наступление современного климатического периода, произошел в Ленинградской области в 1987–1988 гг., а в Архангельской – в 2003 г.

Реакция уровней болотных вод на климатические изменения неоднородна по территории. В Ленинградской области, несмотря на общую тенденцию к снижению уровня, зимой на возвышенных участках наблюдается его повышение. Одновременно, на окраинах болот уровень воды снижается из-за более активного дренирования, связанного с сокращением промерзания верхнего слоя. В Архангельской области также наблюдается пространственная неоднородность. На более обводненных грядово-озерковых комплексах уровень воды снижается из-за усиленного испарения, тогда как на других грядово-мочажинных участках он повышается вследствие увеличения количества осадков.

На болотных водотоках отмечено увеличение годового стока, особенно в зимний период, и исчезновение периодов отсутствия стока. Наблюдается тенденция к смещению максимальных расходов воды на летне-осенний период (для Ленинградской области). Повышение зимних температур, уменьшение глубины промерзания деятельного слоя и облесение окраек болот способствует увеличению фильтрационного стока, особенно зимой, что подтверждается ростом невязки водного баланса.

2. *Связь изменения стока с динамикой уровней болотных вод и сменой микроландшафтов.* Изменения в стоке с болот, вызванные современными климатическими тенденциями, тесно связаны с динамикой уровня болотных вод и приводят к направленной смене болотных микроландшафтов. Показано, что наиболее распространёнными микроландшафтами в современных условиях являются группы с широким диапазоном уровней: мохово-травяные (+1 до –31 см) и лесные (–14...–97 см). На склоновых частях болота преобладают мохово-травяные микроландшафты, устойчивые к чередованию переувлажнения и спада уровня воды. Периферийные (окраинные) зоны, где уровень воды стабильно низок, занимают лесные микроландшафты.

Установлено, что в современных климатических условиях преобладает тенденция к снижению уровня болотных вод, наблюдаемая с 1980-х годов. Особое значение для смены

ландшафтов имеют средние минимальные уровни болотных вод, которые, повторяясь в течение нескольких лет (5-10), становятся определяющим фактором

Общая тенденция снижения уровня болотных вод ведет к сокращению площади грядово-мочажинных и моховых микроландшафтов, а также одновременному увеличению доли лесных и мохово-лесных. Интенсивность этой смены зависит от запасов воды в болотной системе. На небольших болотах, таких как Ламмин-Суо, изменения микроландшафтов проявляются более ярко. Напротив, на крупных болотных системах с большими запасами воды (болото Иласское, Полистово-Ловатская болотная система) уровни болотных вод более стабильны. Влияние осушающего эффекта окраек здесь минимально из-за их незначительной доли в общей площади, поэтому существенных изменений микроландшафтов пока не наблюдается.

3. *Влияние газопровода «Северный поток – 2» на водный режим болота Кадер.* Анализ мониторинга на участке болота Кадер, где проходит газопровод «Северный поток – 2», выявил ряд существенных воздействий на его водный режим. Эти воздействия обусловлены нарушением естественной структуры торфяной залежи и подстилающих грунтов, что привело к изменению их фильтрационных свойств. В результате произошедших изменений сформировались зоны с нарушенным гидрологическим режимом: севернее газопровода образовалась зона «подсушки», а южнее – зона «подтопления». Наиболее выраженные отклонения уровней болотных вод от фоновых значений фиксируются в многоводные периоды, начиная с ноября и до весеннего половодья. Примечательно, что влияние газопровода усиливается в годы с высокой водностью. Так, в условиях высокой водности 2024 года, нарушения структуры торфяной залежи и подстилающих грунтов привели к аномальной аккумуляции воды как в зоне «подтопления», так и в зоне «подсушки», что происходило на фоне естественного спада уровней. Это свидетельствует о том, что антропогенное воздействие, наложенное на естественные гидрологические процессы, может приводить к непредсказуемым и усиленным эффектам, особенно в условиях экстремальных погодных явлений.

Полученные научные результаты диссертационной работы позволяют сделать комплексные выводы о взаимосвязи климатических изменений, гидрологического режима болот и трансформации их экосистем. Выявленные закономерности пространственной неоднородности реакций болотных систем на климатические воздействия подчеркивают необходимость дифференцированного подхода к изучению и управлению болотными территориями. Особое значение приобретает понимание того, как антропогенные факторы, такие как строительство инфраструктурных объектов, могут модифицировать естественные процессы, усугубляя или изменяя их последствия. Исследование влияния газопровода «Северный поток – 2» на болото Кадер демонстрирует, что даже при самых современных

технологиях выполнения работ могут возникнуть локальные нарушения, которые приводят к значительным изменениям водного режима, особенно в сочетании с климатическими факторами и высокой водностью. Эти выводы имеют важное значение для прогнозирования дальнейших изменений болотных экосистем Северо-Запада России, разработки мер по их сохранению и адаптации к меняющимся условиям, а также для оценки экологических рисков при реализации крупных инфраструктурных проектов на заболоченных территориях.

### Список использованной литературы

1. Алексеева М. Н., Прейс Ю. И., Дюкарев Е. А. Пространственная структура наземного растительного покрова и типа верхнего слоя торфа северо-восточных отрогов Большого Васюганского болота по дистанционным и наземным данным //Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2015. – Т. 326. – №. 4. – С. 81-90.
2. Архив погоды в городе Усть-Нарва //https://rp5.ru/Архив\_погоды\_в\_Усть-Нарве (дата обращения 25.02.2026).
3. Архив погоды в Тихвине //https://rp5.ru/Архив\_погоды\_в\_Тихвине (дата обращения 15.01.2025).
4. Батуев В. И. и др. Методические указания по расчетам стока с неосушенных и осушенных болот //СПб.: Петербургский модный базар, 2011. – 150 с.
5. Богдановская-Гиенэф И. Д. Закономерности формирования сфагновых болот верхового типа (на примере Полистово-Ловатского массива) //Л., 1969. – 186 с.
6. Болгов М. В., Филиппова И. А. Об определении расчетных характеристик стока в условиях нарушения однородности временных рядов //Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. – 2022. – №. 5. – С. 7-17.
7. Водно-болотные угодья России. //М. – 1998. – Т.1. – С. 41-45.
8. Вомперский С. Э., Сиринов А. А., Глухов А. И. Формирование и режим стока при гидроресомелиорации //Федеральное государственное унитарное предприятие Академический научно-издательский, производственно-полиграфический и книгораспространительский центр Наука, 1988. – 168 с.
9. Вомперский С. Э. Роль болот в круговороте углерода //Биогеоэкологические особенности болот и их рациональное использование. М.: Наука. – 1994. – С. 5–37.
10. Вомперский С. Э. и др. Болота и заболоченные земли России: попытка анализа пространственного распределения и разнообразия //Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2005. – №. 5. – С. 39-50.
11. Вомперский С. Э. и др. Оценка площади болотных и заболоченных лесов России //Лесоведение. – 2011. – №. 5. – С. 3-11.
12. Воробьев П. К. Исследование физических характеристик деятельного горизонта неосушенных болот //Труды ГГИ. Л. – 1965. – Т. 126. – С. 65-96.
13. Воробьев П. К. Определение водоотдачи из торфяной залежи естественных болот //Труды ГГИ. Л. – 1969. – Т. 177. – С. 59–86.

14. Вайзя А. А., Киселев М. В., Дюкарев Е. А. Особенности температурного режима торфяных почв //Тринадцатое Сибирское совещание и школа молодых ученых по климато-экологическому мониторингу. – 2019. – С. 170-171.
15. Гаврилова С.Ю. Устранение неоднородности временных рядов атмосферных осадков и их использование для анализа изменений режима увлажнения на территории России: Дис ... канд. георф. наук:25.00.30. – Санкт-Петербург, 2010. – 111 с.
16. Галкина Е. А. Болотные ландшафты и принципы их классификации //Сб. работ БИН АН СССР, выполненных в Ленинграде за. – 1946. – Т. 3. – С. 1941-1943.
17. Галкина Е. А. К вопросу о географических (региональных) типах болотных массивов //Природа болот и методы их исследования. – 1967. – С. 74-58.
18. Гидрологические расчеты при осушении болот и заболоченных земель / под ред. К. Е. Иванова. Л.: Гидрометеиздат, 1963. 447 с.
19. Глаголев М. В., Смагин А. В. Количественная оценка Эмиссии метана болотами: от почвенного профиля-до региона (к 15-летию исследований в Томской области) //Доклады по экологическому почвоведению. – 2006. – Т. 3. – №. 3. – С. 75-114.
20. Головацкая Е. А., Дюкарев Е. А. Влияние факторов среды на эмиссию CO<sub>2</sub> с поверхности олиготрофных торфяных почв Западной Сибири //Почвоведение. – 2012. – №. 6. – С. 658-658.
21. Голубятников Л. Л. и др. Анализ структуры ландшафтов тундровой зоны Западной Сибири на основе спутниковых данных //Исследование Земли из космоса. – 2015. – №. 3. – С. 4-4.
22. Голубятников Л. Л., Заров Е. А. Болота и озера южной тундры Западной Сибири: ландшафтная структура и эмиссия метана //Международная конференция и школа молодых ученых по измерениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды: ENVIROMIS-2018. – 2018. – С. 170-173.
23. ГОСТ 19179-73. Гидрология суши. Термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 34 с. / ГОСТ 19179-73. Гидрология суши. Термины и определения, введ. 1975-01-01. - Москва: Издательство стандартов, 1988. – 110 с.
24. Доронина А. Ю. и др. Болота Лемболовской возвышенности (Ленинградская область) //Ботанический журнал. – 2020. – Т. 105. – №. 9. – С. 909-918.
25. Дубах А.Д. Очерки по гидрологии болот. Л.: ЦУЕГМС. – 1936. – 120 с.
26. Дубах А. Д. Гидрология болот //Л.: Гидрометеиздат. – 1944. – 227 с.
27. Дубровская Л. И., Дроздова Д. В., Кураков С. А. Оценка элементов водного баланса и их динамика на заболоченных водосборах Васюганского болота //Вестник Томского государственного педагогического университета. – 2011. – №. 5. – С. 112-116.

28. Дунаев Б.К. Геологические и гидрогеологические изыскания при исследовании торфяных месторождений. М.-Л.:Госэнергоиздат. – 1954. – 84 с.
29. Дюкарев Е. А. и др. Экспериментальное исследование температурного режима торфяной залежи Бакчарского болота (Западная Сибирь) //Геология и геофизика. – 2009. – Т. 50. – №. 6. – С. 745-754.
30. Дюкарев Е. А., Головацкая Е. А. Особенности температурного режима торфяной залежи олиготрофного болота в южной тайге Западной Сибири //География и природные ресурсы. – 2013. – №. 1. – С. 65-71.
31. Дюкарев Е. А., Алексеева М. Н., Головацкая Е. А. Исследование растительного покрова болотных экосистем по спутниковым данным //Исследование Земли из космоса. – 2017. – №. 2. – С. 38-51.
32. Дюкарев Е. А., Семенов С. П. Численное моделирование биогеохимических циклов углерода в болотных экосистемах //Известия Алтайского государственного университета. – 2022. – №. 4 (126). – С. 104-109.
33. Евсеева Н. С. и др. Ландшафты болот Томской области. Томск: Изд-во НТЛ, 2012 – 400 с.
34. Егоров К. П., Медведева М. А., Галанина О. В. Динамика облесенности верховых болотных массивов южной тайги на примере Западнодвинского лесоболотного стационара (Тверская область) //Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. – 2024. – Т. 69. – №. 3. – С. 528-550.
35. Железняков Г. В., Данилевич Б. Б. Точность гидрологических измерений и расчетов. – Гидрометеиздат, Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 240 с.
36. Журавлева А.Д., Скороспехова Т.В., Курочкина Л.С., Грек Е.Н. Моделирование стока с верхового болота с использованием сценариев изменения климата до 2060 года (на примере болота Ламмин-Суо) //Пятые Виноградовские чтения. Гидрология в эпоху перемен: сборник докладов международной научной конференции (5–14 октября 2023 г., г. Санкт-Петербург) [Электронный ресурс] СПб.: Изд-во ВВМ, 2023. – С. 135-140.
37. Иванов К. Е. Гидрология болот: Учебное пособие. – Л.: Гидрометеиздат, 1953. – 299 с.
38. Иванов К. Е. Основы гидрологии болот лесной зоны и расчеты водного режима болотных массивов. – Л.:Гидрометеиздат, 1957. – 500 с.
39. Иванов К. Е. Водообмен в болотных ландшафтах. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 280 с.

40. Инишева Л. И. Болотоведение: учебник для вузов/Инишева ЛИ; ГОУ ВПО «Том. гос. пед. университет» //Томск: Издательство Томского государственного педагогического университета. – 2009 – 210 с.
41. Инишева Л. И., Шайдак Л., Сергеева М. А. Динамика биохимических процессов и окислительно-восстановительное состояние в геохимически сопряженных ландшафтах олиготрофного болота //Почвоведение. – 2016. – №. 4. – С. 505-513.
42. Калюжный И. Л. Испарение с болотных массивов различных болотных провинций СССР //Труды ГГИ. – 1974. – Вып. 222. – С. 21–57.
43. Калюжный И. Л., Романюк К. Д. Испарение с болотных массивов зоны олиготрофных болот //Вестник Томского государственного педагогического университета. – 2009. – №. 3. – С. 120-125.
44. Калюжный И. Л., Лавров С. А. Гидрофизические процессы на водосборе: Экспериментальные исследования и моделирование. СПб: Нестор-История. – 2012. – 615 с.
45. Калюжный И. Л., Батуев В. И. Формирование температурного режима торфяной залежи при изменении климатических характеристик в северной и северо-западной зоне олиготрофных болот ЕТР //Труды Главной геофизической обсерватории им. АИ Воейкова. – 2015. – №. 577. – С. 156-168.
46. Калюжный И. Л. Гидрофизические свойства деятельного слоя болот Кольского полуострова //Вестник Кольского научного центра РАН. – 2019. – №. 1. – С. 14-30.
47. Калюжный И. Л. Испарение с болот Кольского полуострова //Труды Кольского научного центра РАН. – 2021. – Т. 12. – №. 6 (9). – С. 292-304.
48. Карбоновые полигоны Российской Федерации //https://carbon-polygons.ru/ (дата обращения 13.05.2025).
49. Кац Н.Я. Типы болот СССР и Западной Европы и их географическое распространение. М.: Географгиз, 1948. – 319 с.
50. Кац Н.Я. Болота Земного шара. – М.: Наука, 1971. – 295 с.
51. Коронатова Н. Г., Миронычева-Токарева Н. П. Температурный режим торфяных олиготрофных почв лесостепи Западной Сибири (на примере Николаевского яма) //Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2019. – №. 45. – С. 190-209.
52. Кузнецов О. Л., Саковец В. И. Результаты комплексных стационарных исследований экосистем болот и заболоченных лесов южной Карелии //Труды Карельского научного центра Российской академии наук. – 2006. – №. 9. – С. 119-129.
53. Лавров С. А., Калюжный И. Л. Основные гидрофизические параметры осушенных болот Республики Карелия и Мурманской области //Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. – 2020. – №. 2. – С. 23-36.

54. Лапшина Е. Д. и др. Структура и функционирование болотных экосистем на территории полевого стационара Мухрино: результаты 10-летних исследований //Западно-Сибирские торфяники и цикл углерода: прошлое и настоящее. – 2021. – С. 33-34.
55. Летопись природы Государственного природного заповедника «Полистовский» //<https://polistovsky.ru/files/833> (дата обращения:15.04.2025).
56. Лисс О. Л. и др. Болотные системы Западной Сибири и их природоохранное значение // Тула: Гриф и Ко, 2001. – 584 с.
57. Марков М.Л. и др. Оценка возможного влияния газопровода «Северный поток - 2» на водный режим прилегающей территории и разработка программы мониторинга на период строительства и эксплуатации трубопроводной системы. Отчет ГГИ заключительный по договору № РО19-5038 от 25 сентября 2019 г. //СПб. – 2020. – 58 с.
58. Материалы наблюдений болотных станций и постов. Ленинград/Санкт-Петербург: Гидрометеиздат, Вып. 1. 1950–2020 гг.
59. Мухаметдинов А.В. «Особенности гидродинамического режима на болотном полигоне Ламмин-Суо» Выпускная квалификационная работа бакалавра по направлению 020300 «Геология» ФГБОУ СПбГУ, Геологический факультет, Кафедра гидрогеологии, Санкт-Петербург. – 2013. – 32 с.
60. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 3. Часть 1. Метеорологические наблюдения на станциях //Ленинград: Гидрометиздат, 1985. – 301 с.
61. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 7. Часть 2. Наблюдения за испарением с водной поверхности //Ленинград: Гидрометиздат, 1985. – 301 с.
62. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 8. Гидрометеорологические наблюдения на болотах. Л.; Гидрометиздат, 1972 г. – 360 с.
63. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 8. Гидрометеорологические наблюдения на болотах. Л.; Гидрометиздат, 1990 г. – 360 с.
64. Наумов А.В. Суммарное испарение и CO<sub>2</sub> – газообмен сфагновых болот средней тайги (Западная Сибирь) //Новая Наука: от идеи к результату: Международное научное периодическое издание по итогам Международной научно-практической конференции (29 ноября 2015 г., г. Стерлитамак). Стерлитамак: РИЦ АМИ, 2015. – С. 5-16.
65. Научно-прикладной справочник: Основные гидрологические характеристики озер Российской Федерации и их многолетние изменения. – СПб.: ООО "РИАЛ", 2021. – 364 с.(а)
66. Научно-прикладной справочник: Многолетние колебания и изменчивость водных ресурсов и основных характеристик стока рек Российской Федерации. – СПб.: ООО "РИАЛ", 2021. – 190 стр. (б)

67. Никонов М. Н. Районирование торфяных болот в связи с использованием их в народном хозяйстве //Тр. ин-та леса АН СССР.-Т. XXXI. – 1955. – С. 49-63.
68. Новиков С. М. Водный баланс верховых болот Северо-Запада России (на примере болота Ламмин-Суо). // Сборник работ по гидрологии. № 26. СПб.: Гидрометеиздат, 2003. С. 94–110.
69. Новиков С. М. Гидролого-экологические аспекты проблемы хозяйственного освоения болот //Mire Ecosystems in Northern Europe: Diversity, Dynamics, Carbon Balance, Resources and Conservation. – 2006. – 198 с.
70. Новиков С. М. Гидрология заболоченных территорий зоны многолетней мерзлоты Западной Сибири //СПб.: ВВМ. – 2009. – Т. 209. – 536 с.
71. Новиков С. М. и др. Гидрометеорологический режим и водный баланс верховых болот Северо-Запада России (на примере болота Ламмин-Суо). Санкт-Петербург: Свое издательство, 2019. – 448 с.
72. Полкошникова О.В. Влияние бетонных дорог на болотные фитоценозы //Биологические науки. – 1981. – № 10. – С. 66-71.
73. Почвенная карта РСФСР М 2.5 млн под ред. В.М. Фридланда. М.: ГУГК, 1988. 16 листов.
74. Пьявченко, Н.И. Торфяные болота. Их природное и хозяйственное значение. М.: Наука, 1985. – 152 с.
75. Раевский Г. Е. и др. Торфяные месторождения напорно-грунтового питания. М.-Л.: Госэнергоиздат. – 1957. – 136 с.
76. Рекомендации по расчету испарения с поверхности суши. Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 96 с.
77. Рождественская В. Г. Водный баланс болота Ламмин-Суо // Сб. работ по гидрологии. Л., 1973. № 11. С. 129–139.
78. Романов В. В. Гидрофизика болот. Л.: Гидрометеиздат, 1961. – 360 с.
79. Романова К. Е. Основы гидрологии болот лесной зоны и расчеты водного режима болотных массивов. – Гидрометеиздат, 1957. – 279 с.
80. Романова Е. А. О связи между растительностью, верхними слоями торфяной залежи и водным режимом верховых болот Северо-Запада //Труды ГГИ. 1960. – Вып. 89. – С. 92-122.
81. Романова Е. А. Геоботанические основы гидрологического изучения верховых болот. Л.: Гидрометеиздат, 1961. – 214 с.
82. Романова Е. А. и др. Типологическая карта болот Западно-Сибирской равнины //Масштаб. – 1977. – Т. 1. – №. 2. – 500 с.

83. Савичев О. Г. и др. Водный и гидрохимический режим восточной части Васюганского болота (Западная Сибирь, Россия) //Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2010. – Т. 316. – №. 1.
84. Сандлерский Р. Б. и др. Долговременные измерения параметров функционирования верхового болота Старосельский мох //Стационарные экологические исследования: опыт, цели, методология, проблемы организации. – 2016. – С. 155-159.
85. Синюткина А. А. Использование данных Landsat и БПЛА для оценки постпирогенной динамики осушенных верховых болот таёжной зоны Западной Сибири // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. Учредители: Институт космических исследований РАН. – 2025. – Т. 22. – №. 2. – С. 163-172.
86. Смагин В. А., Галанина О. В. Болота Кургальского полуострова //Ботанический журнал. – 2003. – Т. 88. – №. 5. – С. 71-71.
87. Скороспехова Т.В., Журавлева А.Д. Трансформация водного режима верховых болот в условиях изменения климата на примере Северо-Западного региона //Гидросфера. Опасные процессы и явления. – 2024. – Т. 6. – №. 3. – С. 299-313.
88. Старосельский мох, Центрально-Лесной заповедник Тверской области //https://staroselskymokh.ru/issledovaniya/ (дата обращения 13.05.2025).
89. Сукачев В. Н. Болота, их образование, развитие и свойства. Изд. 3-е. Л. – 1926. – 162 с.
90. Терентьева И. Е. и др. Картографирование таежных болот Западной Сибири на основе дистанционной информации //Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2021. – Т. 84. – №. 6. – С. 920-930.
91. Торфяные месторождения. Ленинградская область. //М. – 1980. – Книга II. – С. 610.
92. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме //Санкт-Петербург: Научно-технологические технологии. – 2022. – 124 с.
93. Тюремнов С.Н. Торфяные месторождения. М.: Недра, 1976. – 488 с.
94. Указания по расчётам стока с неосушенных и осушенных верховых болот //Л., 1971. – 84 с.
95. Усова Л. И. Практическое пособие по ландшафтному дешифрированию аэрофотоснимков различных типов болот Западной Сибири. СПб: Нестор-История, 2009. – 80 с.
96. Филиппов Д. А. Антропогенные сукцессии болотных экосистем на водосборах таежной зоны Европейского Севера //Антропогенные сукцессии водосборов таежной зоны: биоиндикация и мониторинг. – 2007. – С. 56-64.

97. Цинзерлинг Ю. Д. и др. География растительного покрова северо-запада европейской части СССР //Л.: Изд-во АН СССР. – 1932. – №. 4. – 377 с.
98. Цинзерлинг Ю. Д. Растительность болот //Растительность СССР. М.-Л. – 1938. – Т. 1. – С. 355-428.
99. Шикломанов И. А. Влияние хозяйственной деятельности на речной сток. – Гидрометеоиздат, 1989. – 335 с.
100. Шикломанов И. А., Георгиевский В. Ю. Влияние изменений климата на гидрологический режим и водные ресурсы рек России //HYDROLOGICAL IMPACT OF CLIMATE CHANGE. – 2007. – 143 с.
101. Юрковская Т. К. Болота //Растительность европейской части СССР. – 1980. – С. 300-345.
102. Юрковская Т. К. География и картография растительности болот Европейской России и сопредельных территорий. – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ботанический институт им. ВЛ Комарова Российской академии наук, 1992. – С. 1-256.
103. Alexandersson H. A homogeneity test applied to precipitation data //Journal of climatology. – 1986. – Т. 6. – №. 6. – С. 661-675.
104. Berg E. E. et al. Recent woody invasion of wetlands on the Kenai Peninsula Lowlands, south-central Alaska: a major regime shift after 18 000 years of wet Sphagnum–sedge peat recruitment //Canadian Journal of Forest Research. – 2009. – Т. 39. – №. 11. – С. 2033-2046.
105. Boelter D. H., Verry E. S. Peatland and water in the northern lake states. – Department of Agriculture, Forest Service, North Central Forest Experiment Station, 1977. – №. 31.
106. Buishand T. A. Some methods for testing the homogeneity of rainfall records //Journal of hydrology. – 1982. – Т. 58. – №. 1-2. – С. 11-27.
107. Bullock A. The role of dambos in determining river flow regimes in Zimbabwe //Journal of Hydrology. – 1992. – Т. 134. – №. 1-4. – С. 349-372.
108. Bullock A., Acreman M. The role of wetlands in the hydrological cycle //Hydrology and Earth System Sciences. – 2003. – Т. 7. – №. 3. – С. 358-389.
109. Burt T. P. The role of wetlands in runoff generation from headwater catchments //Hydrology and hydrochemistry of British wetlands. – 1995. – С. 21-38.
110. Couwenberg J. A simulation model of mire patterning–revisited //Ecography. – 2005. – Т. 28. – №. 5. – С. 653-661.
111. Dyukarev E. et al. The multiscale monitoring of peatland ecosystem carbon cycling in the middle taiga zone of Western Siberia: the Mukhrino bog case study //Land. – 2021. – Т. 10. – №. 8. – С. 824.

112. Evans M. G. et al. Runoff generation and water table fluctuations in blanket peat: evidence from UK data spanning the dry summer of 1995 //Journal of Hydrology. – 1999. – T. 221. – №. 3-4. – C. 141-160.
113. Evans C. D. et al. Overriding water table control on managed peatland greenhouse gas emissions //Nature. – 2021. – T. 593. – №. 7860. – C. 548-552.
114. Helbig M. et al. Increasing contribution of peatlands to boreal evapotranspiration in a warming climate //Nature Climate Change. – 2020. – T. 10. – №. 6. – C. 555-560.
115. Holden J., Burt T. P. Runoff production in blanket peat covered catchments //Water Resources Research. – 2003. – T. 39. – №. 7.
116. Holden J. Peatland hydrology and carbon release: why small-scale process matters //Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences. – 2005. – T. 363. – №. 1837. – C. 2891-2913.
117. Holden J. Peatland hydrology //Developments in Earth surface processes. – 2006. – T. 9. – C. 319-346.
118. Huang Y. et al. Tradeoff of CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> emissions from global peatlands under water-table drawdown //Nature Climate Change. – 2021. – T. 11. – №. 7. – C. 618-622.
119. Joosten H., Clarke D. Wise use of mires and peatlands //International mire conservation group and international peat society. – 2002. – T. 304.
120. Kurbatova J. et al. Comparative ecosystem–atmosphere exchange of energy and mass in a European Russian and a central Siberian bog I. Interseasonal and interannual variability of energy and latent heat fluxes during the snowfree period //Tellus B: Chemical and Physical Meteorology. – 2002. – T. 54. – №. 5. – C. 497-513.
121. Laine A. M. et al. Functional diversity and trait composition of vascular plant and Sphagnum moss communities during peatland succession across land uplift regions //Journal of Ecology. – 2021. – T. 109. – №. 4. – C. 1774-1789.
122. Lehmann J. R. K. et al. High-resolution classification of south patagonian peat bog microforms reveals potential gaps in up-scaled CH<sub>4</sub> fluxes by use of Unmanned Aerial System (UAS) and CIR imagery //Remote Sensing. – 2016. – T. 8. – №. 3. – C. 173.
123. Limpens J. et al. Peatlands and the carbon cycle: from local processes to global implications—a synthesis //Biogeosciences. – 2008. – T. 5. – №. 5. – C. 1475-1491.
124. Minayeva T. Y., Sirin A. A. Peatland biodiversity and climate change //Biology Bulletin Reviews. – 2012. – T. 2. – №. 2. – C. 164-175.
125. Minayeva T. Y., Bragg O. M., Sirin A. A. Towards ecosystem-based restoration of peatland biodiversity //Mires and Peat. – 2017. – T. 19. – C. 01.

126. Peregón A., Maksyutov S., Yamagata Y. An image-based inventory of the spatial structure of West Siberian wetlands //Environmental Research Letters. – 2009. – Т. 4. – №. 4. – С. 045014.
127. Pettitt A. N. A non-parametric approach to the change-point problem //Journal of the Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics). – 1979. – Т. 28. – №. 2. – С. 126-135.
128. Price J. S. Blanket bog in Newfoundland. Part 1. The occurrence and accumulation of fog-water deposits //Journal of Hydrology. – 1992. – Т. 135. – №. 1-4. – С. 87-101.
129. Price J. S. Role and character of seasonal peat soil deformation on the hydrology of undisturbed and cutover peatlands //Water Resources Research. – 2003. – Т. 39. – №. 9.
130. Ramsar: The Convention on Wetlands //https://www.ramsar.org/ (дата обращения 14.05.2025).
131. Ripple W. J. et al. The 2024 state of the climate report: Perilous times on planet Earth //BioScience. – 2024. – Т. 74. – №. 12. – С. 812-824.
132. Simpson G. et al. Species-level classification of peatland vegetation using ultra-high-resolution UAV imagery //Drones. – 2024. – Т. 8. – №. 3. – С. 97.
133. Thompson D. K., Waddington J. M. Sphagnum under pressure: towards an ecohydrological approach to examining Sphagnum productivity //Ecohydrology: Ecosystems, Land and Water Process Interactions, Ecohydrogeomorphology. – 2008. – Т. 1. – №. 4. – С. 299-308.
134. Tiemeyer B. et al. A new methodology for organic soils in national greenhouse gas inventories: Data synthesis, derivation and application //Ecological Indicators. – 2020. – Т. 109. – С. 105838.
135. Turner N. An Essay on Draining and Improving Peat Bogs: In which Their Nature and Properties are Fully Considered. By Mr. Nicholas Turner – Dennett Jaques. And sold by Baldwin and Bew in London, 1784.
136. Waddington J. M. et al. Hydrological feedbacks in northern peatlands //Ecohydrology. – 2015. – Т. 8. – №. 1. – С. 113-127.
137. Wijngaard J. B., Klein Tank A. M. G., Können G. P. Homogeneity of 20th century European daily temperature and precipitation series //International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society. – 2003. – Т. 23. – №. 6. – С. 679-692.
138. WMO World Meteorological Organization [Электронный ресурс]: State of the Global Climate 2023. Geneva, 2024. 53 p. URL: //https://library.wmo.int/records/item/68835-state-of-the-global-climate-2023 (дата обращения: 17.02.2025).
139. Wu J. et al. Evapotranspiration dynamics in a boreal peatland and its impact on the water and energy balance //Journal of Geophysical Research: Biogeosciences. – 2010. – Т. 115. – №. G4.

140. Xu J. et al. PEATMAP: Refining estimates of global peatland distribution based on a meta-analysis //Catena. – 2018. – T. 160. – C. 134-140.
141. Yu Z. et al. Global peatland dynamics since the Last Glacial Maximum //Geophysical research letters. – 2010. – T. 37. – №. 13.
142. Yu Z. et al. Peatlands and their role in the global carbon cycle //Eos, Transactions American Geophysical Union. – 2011. – T. 92. – №. 12. – C. 97-98.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1 – Наблюдения за элементами водного баланса на болотах специализированной сети Росгидромета

№	Тип	Название станции – название болота	Площадь болота, км <sup>2</sup>	Период работы	Метеоплощадка		Осадкомеры	Сток	Испарение			УОВ	УВВ	УГВ
					болотная	суходольная			на суходоле ГГИ-500	с пов-ти болота ГГИ-Б-1000	с пов-ти воды ГГИ-3000			
1	БС	Пулозеро – Пулозерское*	32	1940-1997	+	+	+	3 ГС	-	+	+	+	4 ВС	-
2	БС	Брусовица – Иласское	61	1941-действ.	+	+	+	3 ГС	+	+	+	+	3 ВС	+
3	БС	Зеленогорская – Ламмин-Суо	2,9	1950-действ.	+	+	+	4 ГС	-	+	-	+	3 ВС	+
4	БС	Вильи Горы – Ширинское	85	1944-1995	+	+	+	4 ГС	-	+	-	-	6 ВС	+
5	БС	Ларьянская – Ларьянское*	118	1954-2012	+	+	+	6 ГС	-	+	+	+	10 ВС	+
6	БС	Тюмень – Тарманское*	1240	1959-1991	+	+	+	6 ГС	+	+	+	+	5 ВС	+
7	БС	Ново-Листвянка – без названия	4,66	1948-1972	+	+	+	1 ВП	-	+	-	-	2 ВС	+
8	БП	Краснощелье – Краснощельское*	1,6	1961-1996	-	-	-	1 ГС	-	-	-	-	1 ВС	-
9	БСП	Алакургти – Алакургтинское	1,5	1966-1996	-	-	-	1 ГС	-	-	-	-	2 ВС	-
10	БП	Ловозеро – Ловозерское	2,7	1990-2013	-	-	-	-	-	-	-	-	4 скв.	-
11	БП	Канозеро – Канозерское	2,7	1961-1987	-	-	-	1 ГС	-	-	-	-	1 ВС	-
12	БП	Мегрино – Дедово Поле	-	1942-1964	-	-	-	-	-	-	-	-	1 ВС	-
13	БСП	Кордон – Углишное	-	1954-1964	-	-	-	1 ВП	-	-	-	-	-	-
14	БСП	Тундра – Тундра	-	1954-1987	-	-	-	1 ГС	-	-	-	-	1 ВС	-
15	БСП	Каменка – Кольцевые	-	1964-1987	-	-	-	1 ГС	-	-	-	-	1 ВС	-
16	БП	Подужемье – Массин-Шуо	0,66	1957-1964	-	+	-	-	-	-	-	-	4 ВС	-
17	БП	Сюрье – Сюрьевское	-	1946-1987	-	-	-	2 ГС	-	-	-	-	1 ВС	-

№	Тип	Название станции – название болота	Площадь болота, км <sup>2</sup>	Период работы	Метеоплощадка		Осадкомеры	Сток	Испарение			УОВ	УБВ	УГВ
					болотная	суходольная			на суходоле ГГИ-500	с пов-ти болота ГГИ-Б-1000	с пов-ти воды ГГИ-3000			
18	БП	Чагода – Чагодощенское*	1	1945-1987	-	-	-	-	-	-	-	-	1 ВС	-
19	БП	Чернево – Тушинский Мох	-	1946-1987	-	-	+	1 ГС	-	-	-	-	1 ВС	-
20	БП	Бревнево – Бувькинское	29	1946-1987	-	-	-	-	-	-	-	-	1 ВС	-
21	БП	Скуратово – Кошавинские Вельги	6	1946-1987	-	-	-	-	-	-	-	-	1 ВС	-
22	БП	Нумто – без названия	616	1960-1990	-	-	-	-	-	-	-	+	2 ВС	-
23	БСП	Супра – Супринское	-	1965-1991	-	-	-	-	-	-	-	-	1 ВС	-
24	БП	Новый Васюган – Ново-Васюганское	-	1968-1997	-	-	+	-	-	-	-	-	1 ВС	-
25	БП	Мыльджино – Васюганское	-	1968-1997	-	-	-	-	-	-	-	-	1 ВС	-
26	БП	Охотбаза Ингузет – Ильюшено	-	1970-1972	-	-	-	-	-	-	-	-	1 ВС	-
27	БП	Жарково – Узаклинское	-	1968-1973	-	-	-	-	-	-	-	-	1 ВС	-
28	БП	Потюканово – Узаклинское	-	1968-1976	-	-	+	-	-	-	-	-	1 ВС	-
29	БП	Убинское – Карапузское*	-	1961-1997	-	-	+	-	-	-	-	-	1 ВС	+
30	БСП	Коноваловка – Баксинское	-	1961-1971	-	-	+	1 ГС	-	-	-	-	1 ВС	-

ВС - болотная станция; БСП - болотно-стоковый пост; БП - болотный пост; \* - на болоте проводились осушительные работы;

ВП - водомерный пост (наблюдения за уровнем болотных вод); ГС - гидрометрический створ на водотоке;

УОВ - уровень озерных вод; УБВ - уровень болотных вод; УГВ - уровень грунтовых вод

Таблица А.2 – Виды многолетних наблюдений на болотах Российской Федерации в прошлом и настоящем

№	Тип	Болото	Название	Тип болота	Организация	Широта	Долгота	Открыт	Закрыт
1	Болотная станция	Пулозерское	Пулозеро	мезоолиготрофное частично осушенное	Росгидромет	68.35	33.30	1940	1997
2	Болотная станция	Иласское	Брусовица	олиготрофное	Росгидромет, Северное УГМС	64.32	40.58	1941	действ.
3	Болотная станция	Ламмин-Суо	Зеленогорская	олиготрофное	Росгидромет, ГГИ	60.23	29.82	1950	действ.
4	Болотная станция	Ширинское	Вильи Горы	олиготрофное	Росгидромет	59.35	32.28	1944	1995
5	Болотная станция	Ларьянское	Ларьянская	олиготрофное частично осушенное	Росгидромет	59.57	33.63	1954	2012
6	Болотная станция	Тарманское	Тюмень	эфтрофное осушенное	Росгидромет	57.17	65.53	1959	1991
7	Болотная станция	без названия	Ново-Листвянка	эфтрофное	Росгидромет	50.92	129.17	1948	1972
8	Болотный пост	Краснощельское	Краснощелье	мезоолиготрофное	Росгидромет	67.35	37.05	1961	1996
9	Болотный пост	Алакурттинское	Алакуртти	мезоолиготрофное	Росгидромет	66.95	30.33	1966	1996
10	Болотный пост	Ловозерское	Ловозеро	плоскобугристое	Росгидромет	68.00	35.02	1990	2013
11	Болотный пост	без названия	Канозеро	мезоолиготрофное	Росгидромет	64.07	34.20	1961	1987
12	Болотный пост	Дедово Поле	Мегрино	мезоолиготрофное	Росгидромет	59.15	35.58	1942	1964
13	Болотный пост	Углишное	Кордон	олиготрофное	Росгидромет	59.23	35.33	1954	1964
14	Болотный пост	Иласское	Тундра	олиготрофное	Росгидромет	64.20	40.57	1954	1987
15	Болотный пост	Кольцевые	Каменка	олиготрофное	Росгидромет	65.90	44.07	1964	1987
16	Болотный пост	Массин-Шуо	Подужемье	олиготрофное	Росгидромет	64.90	34.30	1957	1964
17	Болотный пост	Сюрьевское	Сюрьево	олиготрофное	Росгидромет	59.77	29.23	1946	1987
18	Болотный пост	Чагодощенское	Чагода	олиготрофное	Росгидромет	59.23	35.27	1945	1987
19	Болотный пост	Тушенский Мох	Чернево	олиготрофное	Росгидромет	58.63	28.17	1946	1987
20	Болотный пост	Бувькинское	Бревнево	олиготрофное	Росгидромет	58.97	34.60	1946	1987

№	Тип	Болото	Название	Тип болота	Организация	Широта	Долгота	Открыт	Закрыт
21	Болотный пост	Кошавинские Вельги	Скуратово	олиготрофное	Росгидромет	58.92	34.35	1946	1987
22	Болотный пост	без названия	Нум-То	олиготрофное	Росгидромет	63.50	71.40	1960	1990
23	Болотный пост	Супринское	Супра	олиготрофное	Росгидромет	60.85	64.90	1965	1991
24	Болотный пост	Ново-Васюганское	Новый Васюган	эфтрофное	Росгидромет	58.60	76.52	1968	1997
25	Болотный пост	Васюганское	Мыльджено	эфтрофное	Росгидромет	58.97	78.43	1968	1997
26	Болотный пост	Ильюшено	Охотбаза Ингузет	олиготрофное	Росгидромет	58.78	83.83	1970	1972
27	Болотный пост	Узаклинское	Жарково	эфтрофное	Росгидромет	55.75	78.77	1968	1973
28	Болотный пост	Узаклинское	Потюканово	эфтрофное	Росгидромет	56.05	78.48	1968	1976
29	Болотный пост	Карапузское	Убинское	эфтрофное	Росгидромет	55.30	79.62	1961	1997
30	Болотный пост	Баксинское	Коноваловка	эфтрофное	Росгидромет	55.77	82.23	1961	1971
31	Карбоновый полигон	торфяник Виттгирренский	Росьянка	осушенное	БФУ им.И.Канта	54.80	21.66	2021	действ.
32	Карбоновый полигон	стационары Плотниково и Васюганье	Томский	олиготрофное/ эфтрофное	ТГУ	56.85	82.88	2022	действ.
33	Карбоновый полигон	болотный массив Берказан-Камыш	Евразийский	вторично обводненное	УГНТУ	54.26	54.67	2022	действ.
34	Карбоновый полигон	болото Мухрино	Мухрино	олиготрофное	ЮГУ	60.90	68.70	2009	действ.
35	Заповедник	Старосельский Мох	Центрально-Лесной государственный заповедник	олиготрофное	Центрально-Лесной государственный заповедник	56.48	33.01	1930	действ.

№	Тип	Болото	Название	Тип болота	Организация	Широта	Долгота	Открыт	Закрит
36	Заповедник	Полистово-Ловатская система верховых болот	Полистовский государственный природный заповедник	олиготрофное	Департамент государственной политики и регулирования в сфере охраны окружающей среды/ Министерства природных ресурсов и экологии РФ	57.05	30.28	1994	действ.
37	Стационар (полевой)	болото Васюганское	Васюганский	олиготрофное	СибНИИСХиТ СО РАСХН (Томск)	56.97	82.62	1996	действ.
38	Стационар (полевой)		Самара	эфтрофное	СибНИИСХиТ СО РАСХН (Томск)/ ИМКЭС СО РАН	56.92	82.51	1999	действ.
39	Стационар	болото Васюганское	Васюганье	олиготрофное	ИМКЭС СО РАН	56.95	82.50	2002	действ.
40	Стационар (лесоболотный)	Усвятский Мох (осушено) Большой Роговской Мох (частично осушено) Ламтевский Мох (не осушено)	Западновинский лесоболотный стационар	олиготрофное	Института лесоведения РАН (Тверская обл.)	56.15	31.98	1993	действ.
41	Стационар (болотно-таежный)	болото Бакчарское южная оконечность Большого Васюганского болота	Плотниково	мезотрофное	Институт почвоведения и агрохимии СО РАН	56.85	82.88	1970	действ.

№	Тип	Болото	Название	Тип болота	Организация	Широта	Долгота	Открыт	Закрыт
42	Стационар (лесоболотный)	Болотная система Койвуламбисуо	Киндасово	основные типы болот и заболоченных лесов южной Карелии	Институт леса КарНЦ РАН	61.80	33.58	1970	действ.
43	Гидрологический стационар ЗСЭ ГГИ	–	Бованенковский	полигональное	Западно-Сибирская экспедиция ГГИ	71.25	69.05	1986	1991
44	Гидрологический стационар ЗСЭ ГГИ	–	Новопортовский	полигональное, бугристое	Западно-Сибирская экспедиция ГГИ	67.78	72.70	1982	1991
45	Гидрологический стационар ЗСЭ ГГИ	–	Тазовский	бугристое	Западно-Сибирская экспедиция ГГИ	67.47	78.71	1971	1971
46	Гидрологический стационар ЗСЭ ГГИ	–	Медвежье	бугристое	Западно-Сибирская экспедиция ГГИ	65.81	74.48	1973	1977
47	Гидрологический стационар ЗСЭ ГГИ	–	16-й километр	бугристое	Западно-Сибирская экспедиция ГГИ	65.29	72.74	1980	1991
48	Гидрологический стационар ЗСЭ ГГИ	болото Халято	Губкинский	бугристое	Западно-Сибирская экспедиция ГГИ	65.08	76.95	1978	1980
49	Гидрологический стационар ЗСЭ ГГИ	–	Комсомольский	бугристое	Западно-Сибирская экспедиция ГГИ	64.58	76.23	1976	1978
50	Гидрологический стационар ЗСЭ ГГИ	–	Нум-То	бугристое	Западно-Сибирская экспедиция ГГИ	63.51	71.36	1964	1964
51	Гидрологический стационар ЗСЭ ГГИ	–	Муравленковский	бугристое	Западно-Сибирская экспедиция ГГИ	63.87	75.23	1983	1993

№	Тип	Болото	Название	Тип болота	Организация	Широта	Долгота	Открыт	Закрыт
52	Гидрологический стационар ЗСЭ ГГИ	–	Холмогорский	бугристое	Западно-Сибирская экспедиция ГГИ	63.12	74.36	1974	1977
53	Обследования ЗСЭ ГГИ	–	Пограничное месторождение	мерзлое	Западно-Сибирская экспедиция ГГИ	62.89	75.34	1970	1980*
54	Обследования ЗСЭ ГГИ	–	Вынгапуровское месторождение	мерзлое	Западно-Сибирская экспедиция ГГИ	63.10	76.67	1970	1980*
55	Обследования ЗСЭ ГГИ	–	Новогоднее месторождение	мерзлое	Западно-Сибирская экспедиция ГГИ	63.43	76.91	1970	1980*
56	Обследования ЗСЭ ГГИ	–	Сугмутское месторождение	мерзлое	Западно-Сибирская экспедиция ГГИ	63.77	73.63	1970	1980*
57	Обследования ЗСЭ ГГИ	–	Суторминское месторождение	мерзлое	Западно-Сибирская экспедиция ГГИ	63.76	74.89	1970	1980*
58	Обследования ЗСЭ ГГИ	–	Южно- Харампурское месторождение	мерзлое	Западно-Сибирская экспедиция ГГИ	63.88	79.66	1970	1980*
59	Обследования ЗСЭ ГГИ	–	Новопурейское месторождение	мерзлое	Западно-Сибирская экспедиция ГГИ	64.25	75.45	1970	1980*
60	Обследования ЗСЭ ГГИ	–	Тарасовское месторождение	мерзлое	Западно-Сибирская экспедиция ГГИ	64.75	77.36	1970	1980*
61	Обследования ЗСЭ ГГИ	–	Северо- Губкинское месторождение	мерзлое	Западно-Сибирская экспедиция ГГИ	65.00	76.61	1970	1980*
62	Обследования ЗСЭ ГГИ	–	Уренгойское месторождение	мерзлое	Западно-Сибирская экспедиция ГГИ	66.00	76.76	1970	1980*
63	Обследования ЗСЭ ГГИ	–	Ен-Яхинское месторождение	мерзлое	Западно-Сибирская экспедиция ГГИ	67.01	76.30	1970	1980*

№	Тип	Болото	Название	Тип болота	Организация	Широта	Долгота	Открыт	Закрит
64	Обследования ЗСЭ ГГИ	–	Северо- Уренгойское месторождение	мерзлое	Западно-Сибирская экспедиция ГГИ	67.75	76.50	1970	1980*
65	Обследования ЗСЭ ГГИ	–	Русское месторождение	мерзлое	Западно-Сибирская экспедиция ГГИ	65.89	82.91	1970	1980*
66	Обследования ЗСЭ ГГИ	–	Русско-Реченское месторождение	мерзлое	Западно-Сибирская экспедиция ГГИ	67.12	81.83	1970	1980*
67	Обследования ЗСЭ ГГИ	–	Ямбургское месторождение	мерзлое	Западно-Сибирская экспедиция ГГИ	68.06	75.78	1970	1980*
68	Обследования ЗСЭ ГГИ	–	Бованенковское месторождение	мерзлое	Западно-Сибирская экспедиция ГГИ	70.56	68.30	1970	1980*
69	Обследования ЗСЭ ГГИ	–	Харасавэйское месторождение	мерзлое	Западно-Сибирская экспедиция ГГИ	71.18	66.87	1970	1980*

\* 1970-1980 гг. - период проведения обследований

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица Б.1 – Болото Иласское, болотная станция Брусовица: температура воздуха, атмосферные осадки, испарение, уровни болотных вод, расход воды реки Черная (период 1954-2020 гг.)

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности воды <sup>2</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>3</sup> , мм	Расход воды р.Черная <sup>4</sup> , л/сек	Уровень болотных вод, см			
							Грядово-мочажинный микроландшафт (скв. 205)	Грядово-мочажинный микроландшафт (скв. 206)	Грядово-озерковый микроландшафт (скв. 402)	
		Ср. мес.	Сумма за мес.	Сумма за мес.	Сумма за мес.	Ср. мес.	Ср. мес.			
1954	8	12.7	60	—	—	—	—	—	—	—
1954	9	8.5	72	—	—	—	—	—	—	—
1954	10	1.8	66	—	—	—	—	—	—	—
1954	11	-6.0	52	—	—	—	—	—	—	—
1954	12	-4.5	44	—	—	—	—	—	—	—
1955	1	-10.3	70	—	—	—	-6	—	—	—
1955	2	-15.6	43	—	—	—	-5	—	—	—
1955	3	-12.2	48	—	—	—	-3	—	—	—
1955	4	-1.0	26	—	—	—	2	—	—	—
1955	5	5.4	96	—	—	—	-2	—	—	—
1955	6	9.4	83	—	—	—	-10	—	—	—
1955	7	14.1	87	—	—	—	-13	—	—	—
1955	8	12.3	41	—	—	—	-16	—	—	—
1955	9	8.5	45	—	—	—	-16	—	—	—
1955	10	2.6	84	—	—	—	-10	—	—	—
1955	11	-8.6	87	—	—	—	-7	—	—	—
1955	12	-23.6	15	—	—	—	-6	—	—	—
1956	1	-13.9	32	—	—	—	-12	—	—	—
1956	2	-17.2	13	—	—	—	-15	—	—	—
1956	3	-6.1	20	—	—	—	-17	—	—	—
1956	4	-4.0	38	—	—	—	-15	—	—	—
1956	5	7.3	49	—	—	—	-10	—	—	—
1956	6	15.3	63	—	—	—	-15	—	—	—
1956	7	11.4	74	—	—	—	-21	—	—	—
1956	8	11.3	144	—	—	—	-10	-21	—	—

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности воды <sup>2</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>3</sup> , мм	Расход воды р.Черная <sup>4</sup> , л/сек	Уровень болотных вод, см		
							Грядово-мочажинный микроландшафт (скв. 205)	Грядово-мочажинный микроландшафт (скв. 206)	Грядово-озерковый микроландшафт (скв. 402)
							Ср. мес.	Сумма за мес.	Сумма за мес.
1956	9	4.9	97	—	—	—	-6	-17	—
1956	10	-0.1	43	—	—	—	-8	-18	—
1956	11	-12.1	47	—	—	—	-9	-17	—
1956	12	-6.2	51	—	—	—	-7	-15	—
1957	1	-10.0	55	—	—	—	-4	-14	—
1957	2	-5.9	50	—	—	—	-3	-13	—
1957	3	-13.8	17	—	—	—	-2	-12	—
1957	4	-1.0	71	—	—	—	4	-6	—
1957	5	7.9	100	—	—	—	-8	-22	—
1957	6	11.0	67	—	—	—	-19	-29	—
1957	7	17.5	104	—	—	—	-18	-28	—
1957	8	14.9	68	—	—	—	-21	-30	—
1957	9	7.8	109	—	—	—	-17	-27	—
1957	10	2.2	130	—	—	—	-11	-16	—
1957	11	-4.8	53	—	—	—	-14	-19	—
1957	12	-6.6	107	—	—	—	-10	-18	—
1958	1	-13.8	63	—	—	—	-6	-17	—
1958	2	-12.5	37	—	—	—	-5	-18	—
1958	3	-11.1	20	—	—	—	-3	-17	—
1958	4	-1.2	6	—	—	—	-1	-15	—
1958	5	4.0	75	—	—	—	-9	-17	—
1958	6	11.3	113	—	—	—	-17	-21	—
1958	7	13.9	60	—	—	—	-24	-25	—
1958	8	12.3	66	—	—	—	-27	-28	—
1958	9	5.0	66	—	—	—	-24	-27	—
1958	10	2.0	48	—	—	—	-19	-19	—
1958	11	-2.4	60	—	—	—	-15	-18	—
1958	12	-19.5	26	—	—	—	-16	-21	—
1959	1	-11.1	61	—	—	—	-14	-20	—
1959	2	-6.4	34	—	—	—	-11	-16	—
1959	3	-2.9	28	—	—	—	-9	-22	—
1959	4	-2.6	12	—	—	—	-5	-17	—

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности воды <sup>2</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>3</sup> , мм	Расход воды р.Черная <sup>4</sup> , л/сек	Уровень болотных вод, см		
							Грядово-мочажинный микроландшафт (скв. 205)	Грядово-мочажинный микроландшафт (скв. 206)	Грядово-озерковый микроландшафт (скв. 402)
							Ср. мес.	Сумма за мес.	Сумма за мес.
1959	5	6.5	18	—	—	—	-13	-20	—
1959	6	13.8	63	—	—	—	-24	-28	—
1959	7	14.8	77	—	—	—	-26	-30	—
1959	8	14.1	91	—	—	—	-30	-32	—
1959	9	4.8	89	—	—	—	-23	-24	—
1959	10	-2.6	54	—	—	—	-14	-18	—
1959	11	-4.4	22	—	—	—	-17	-25	—
1959	12	-11.2	22	—	—	—	-23	-29	—
1960	1	-17.3	38	—	—	—	-22	-30	—
1960	2	-14.8	42	—	—	—	-21	-34	—
1960	3	-8.2	16	—	—	—	-21	-35	—
1960	4	1.6	6	—	—	—	-23	-34	—
1960	5	8.6	15	—	—	—	-24	-36	—
1960	6	12.5	127	—	—	—	-22	-29	—
1960	7	20.1	9	—	—	—	-34	-40	—
1960	8	13.2	57	—	—	—	-42	-51	—
1960	9	6.4	109	—	—	—	-26	-34	—
1960	10	-2.5	72	—	—	—	-23	-29	—
1960	11	-8.0	42	—	—	—	-20	-26	—
1960	12	-6.8	54	—	—	—	-19	-26	—
1961	1	-9.2	40	—	—	—	-15	-24	—
1961	2	-6.7	74	—	—	—	-12	-21	—
1961	3	-4.0	53	—	—	—	-6	-19	—
1961	4	-3.6	40	—	—	—	-5	-20	—
1961	5	4.7	40	—	—	—	-5	-19	—
1961	6	15.7	71	—	—	—	-19	-28	—
1961	7	17.9	151	—	—	—	-17	-25	—
1961	8	13.3	134	—	—	—	-12	-19	—
1961	9	6.7	48	—	—	—	-10	-15	—
1961	10	5.6	47	—	—	—	-13	-18	—
1961	11	-6.8	90	—	—	—	-13	-18	—
1961	12	-11.5	78	—	—	—	-9	-20	—

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности воды <sup>2</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>3</sup> , мм	Расход воды р.Черная <sup>4</sup> , л/сек	Уровень болотных вод, см		
							Грядово-мочажинный микроландшафт (скв. 205)	Грядово-мочажинный микроландшафт (скв. 206)	Грядово-озерковый микроландшафт (скв. 402)
							Ср. мес.	Сумма за мес.	Сумма за мес.
1962	1	-9.1	59	—	—	—	-6	-19	—
1962	2	-8.9	25	—	—	—	-5	-19	—
1962	3	-11.2	28	—	—	—	-5	-19	—
1962	4	3.1	66	—	—	—	-5	-20	—
1962	5	8.9	31	—	—	—	-18	-22	—
1962	6	9.7	98	—	—	—	-20	-24	—
1962	7	14.0	78	—	—	—	-21	-24	—
1962	8	11.5	100	—	—	—	-20	-21	—
1962	9	7.0	58	—	—	—	-14	-15	—
1962	10	1.3	85	—	—	—	-11	-14	—
1962	11	-0.8	65	—	—	—	-13	-15	—
1962	12	-10.9	66	—	—	—	-12	-16	—
1963	1	-17.8	51	—	—	13.0	-9	-18	—
1963	2	-15.1	27	—	—	3.0	-7	-18	—
1963	3	-16.7	36	—	—	1.0	-6	-16	—
1963	4	0.7	19	—	—	362.0	-5	-15	—
1963	5	11.6	46	—	—	133.0	-14	-20	—
1963	6	9.8	97	—	—	0.0	-20	-24	—
1963	7	14.2	106	—	—	105.0	-19	-21	—
1963	8	13.0	25	—	—	14.0	-24	-26	—
1963	9	10.5	65	—	—	13.0	-22	-26	—
1963	10	2.0	36	—	—	18.0	-21	-25	—
1963	11	-5.7	86	—	—	11.0	-17	-20	—
1963	12	-13.0	60	—	—	8.0	-15	-18	—
1964	1	-10.6	87	—	3	15.2	-10	-16	—
1964	2	-11.4	41	—	3	6.7	-5	-16	—
1964	3	-10.4	28	—	3	4.8	-2	-15	—
1964	4	-1.1	27	—	5	246.0	2	-13	—
1964	5	7.9	30	—	8	376.0	-10	-19	—
1964	6	12.5	65	100	51	41.0	-18	-22	—
1964	7	16.2	114	128	71	52.7	-21	-24	—
1964	8	14.3	34	109	50	0.0	-36	-36	—

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности воды <sup>2</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>3</sup> , мм	Расход воды р.Черная <sup>4</sup> , л/сек	Уровень болотных вод, см		
							Грядово-мочажинный микроландшафт (скв. 205)	Грядово-мочажинный микроландшафт (скв. 206)	Грядово-озерковый микроландшафт (скв. 402)
							Ср. мес.	Сумма за мес.	Сумма за мес.
1964	9	6.5	174	31	20	106.0	-19	-23	—
1964	10	2.8	64	10	8	129.0	-10	-15	—
1964	11	-8.5	59	—	4	62.2	-12	-17	—
1964	12	-9.0	50	—	4	12.2	-12	-18	—
1965	1	-14.9	25	—	2	1.6	-13	-22	—
1965	2	-17.6	23	—	2	0.1	-15	-23	—
1965	3	-6.5	45	—	4	0.1	-13	-22	—
1965	4	0.1	14	—	4	301.0	-11	-22	—
1965	5	2.8	60	—	6	143.0	-13	-28	—
1965	6	12.6	34	106	41	22.0	-20	-27	—
1965	7	13.3	52	100	47	8.6	-25	-30	—
1965	8	12.4	85	67	33	22.0	-23	-29	—
1965	9	9.0	39	47	19	8.1	-27	-32	—
1965	10	1.2	108	4	4	93.0	-18	-21	—
1965	11	-9.2	51	—	4	53.0	-16	-19	—
1965	12	-6.2	86	—	4	11.0	-15	-20	—
1966	1	-21.8	25	—	1	7.9	-11	-20	—
1966	2	-24.2	37	—	1	0.7	-11	-23	—
1966	3	-12.1	46	—	3	0.0	-12	-24	—
1966	4	-2.4	69	—	4	148.0	-8	-21	—
1966	5	7.0	56	30	18	467.0	-7	-21	—
1966	6	12.0	39	121	87	65.0	-20	-28	—
1966	7	15.8	52	134	74	2.7	-31	-39	—
1966	8	12.5	123	94	61	13.0	-28	-38	—
1966	9	5.3	113	40	27	46.0	-24	-33	—
1966	10	-1.2	126	9	7	262.0	-12	-15	—
1966	11	-1.3	49	—	6	52.0	-14	-20	—
1966	12	-15.5	32	—	2	4.4	-22	-27	—
1967	1	-17.4	35	—	2	0.0	-23	-39	—
1967	2	-10.0	21	—	3	0.0	-24	-37	—
1967	3	-0.7	33	—	6	2.9	-14	-30	—
1967	4	3.4	27	—	6	230.0	-19	-33	—

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности воды <sup>2</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>3</sup> , мм	Расход воды р.Черная <sup>4</sup> , л/сек	Уровень болотных вод, см		
							Грядово-мочажинный микроландшафт (скв. 205)	Грядово-мочажинный микроландшафт (скв. 206)	Грядово-озерковый микроландшафт (скв. 402)
							Ср. мес.	Сумма за мес.	Сумма за мес.
1967	5	6.1	49	49	28	120.0	-14	-32	—
1967	6	11.4	48	117	64	32.0	-21	-31	—
1967	7	15.0	42	116	56	2.5	-28	-36	—
1967	8	16.5	86	102	45	4.1	-33	-42	—
1967	9	8.7	59	42	23	6.0	-31	-40	—
1967	10	4.1	68	7	7	64.0	-24	-31	—
1967	11	-0.4	42	—	7	58.0	-21	-25	—
1967	12	-15.8	48	—	2	6.4	-21	-30	—
1968	1	-24.5	19	—	1	1.4	-21	-31	—
1968	2	-10.1	30	—	3	0.4	-20	-31	—
1968	3	-5.2	54	—	4	0.3	-17	-29	—
1968	4	-2.7	61	—	4	1.3	-9	-20	—
1968	5	4.4	59	—	7	600.0	-9	-20	—
1968	6	12.5	74	113	67	75.0	-17	-25	—
1968	7	11.0	43	99	56	7.2	-26	-33	—
1968	8	12.5	65	67	45	6.0	-25	-33	—
1968	9	4.8	39	36	18	6.6	-26	-33	—
1968	10	-2.5	49	6	5	12.0	-25	-31	—
1968	11	-7.1	73	—	4	5.5	-22	-28	—
1968	12	-10.4	62	—	3	5.4	-18	-26	—
1969	1	-20.8	17	—	1	—	-16	-26	—
1969	2	-17.8	14	—	1	—	-17	-30	—
1969	3	-9.6	22	—	3	—	-16	-32	—
1969	4	-0.6	25	—	5	—	-11	-30	—
1969	5	1.6	59	—	6	—	-10	-28	—
1969	6	8.0	13	98	47	—	-21	-32	—
1969	7	13.8	53	107	72	—	-29	-38	—
1969	8	12.0	64	86	53	—	-37	-45	—
1969	9	7.2	95	40	26	—	-28	-38	—
1969	10	1.4	84	8	5	—	-20	-26	—
1969	11	-2.8	82	—	5	—	-16	-23	—
1969	12	-12.4	39	—	3	—	-12	-23	—

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности воды <sup>2</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>3</sup> , мм	Расход воды р.Черная <sup>4</sup> , л/сек	Уровень болотных вод, см		
							Грядово-мочажинный микроландшафт (скв. 205)	Грядово-мочажинный микроландшафт (скв. 206)	Грядово-озерковый микроландшафт (скв. 402)
							Ср. мес.	Сумма за мес.	Сумма за мес.
1970	1	-12.4	46	—	3	—	-13	-23	—
1970	2	-16.0	23	—	2	—	-12	-23	—
1970	3	-4.4	26	—	4	—	-12	-24	—
1970	4	-1.0	51	—	5	—	-5	-18	—
1970	5	5.3	33	—	7	—	-13	-22	—
1970	6	12.9	37	120	66	—	-23	-29	—
1970	7	17.4	58	155	90	—	-37	-41	—
1970	8	12.5	57	102	59	—	-42	-48	—
1970	9	8.6	108	41	29	—	-33	-41	—
1970	10	2.6	77	—	9	—	-23	-28	—
1970	11	-7.8	88	—	4	—	-18	-25	—
1970	12	-9.1	44	—	3	—	-16	-24	—
1971	1	-8.7	81	—	4	—	-10	-19	—
1971	2	-16.5	31	—	2	—	-7	-15	—
1971	3	-9.2	25	—	3	—	-7	-21	—
1971	4	-2.6	62	—	5	—	1	-12	—
1971	5	3.0	50	—	7	—	-1	-14	—
1971	6	9.6	34	85	53	—	-16	-27	—
1971	7	13.4	74	112	61	8.0	-23	-34	—
1971	8	12.4	97	68	45	18.0	-23	-33	—
1971	9	6.6	39	33	26	71.0	-15	-23	—
1971	10	-1.6	57	—	6	128.0	-12	-19	—
1971	11	-6.6	67	—	4	26.0	-12	-24	—
1971	12	-12.4	28	—	3	9.0	-13	-26	—
1972	1	-15.9	31	—	2	3.2	-13	-28	-19
1972	2	-10.2	28	—	3	0.5	-12	-30	-18
1972	3	-6.6	28	—	4	0.3	-10	-31	-18
1972	4	-0.1	50	—	5	96.0	-4	-24	-16
1972	5	4.3	49	—	7	392.0	-6	-28	-14
1972	6	13.5	37	110	56	97.0	-14	-27	-20
1972	7	18.7	68	155	87	1.6	-28	-36	-31
1972	8	16.7	48	107	58	0.8	-35	-44	-34

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности воды <sup>2</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>3</sup> , мм	Расход воды р.Черная <sup>4</sup> , л/сек	Уровень болотных вод, см		
							Грядово-мочажинный микроландшафт (скв. 205)	Грядово-мочажинный микроландшафт (скв. 206)	Грядово-озерковый микроландшафт (скв. 402)
							Ср. мес.	Сумма за мес.	Сумма за мес.
1972	9	6.0	71	33	26	5.1	-28	-39	-32
1972	10	2.0	77	6	6	47.0	-22	-31	-26
1972	11	-7.6	62	—	4	16.0	-21	-27	-24
1972	12	-2.9	38	—	6	31.0	-13	-21	-22
1973	1	-13.6	58	—	3	3.2	-13	-25	-21
1973	2	-10.5	47	—	3	0.4	-10	-25	-19
1973	3	-6.5	39	—	4	0.5	-7	-23	-16
1973	4	1.7	39	—	6	411.0	-2	-22	-14
1973	5	8.3	49	59	32	132.0	-12	-26	-19
1973	6	14.0	58	120	76	14.0	-20	-30	-25
1973	7	14.9	2	147	71	0.2	-38	-48	-37
1973	8	12.4	63	79	43	0.1	-43	-56	-42
1973	9	3.7	26	31	14	0.2	-41	-53	-41
1973	10	-1.1	90	—	5	0.7	-36	-48	-36
1973	11	-7.9	47	—	4	2.9	-30	-41	-30
1973	12	-13.6	57	—	3	0.2	-31	-45	-30
1974	1	-14.3	22	—	2	0.0	-29	-44	-27
1974	2	-7.9	54	—	3	0.0	-27	-44	-26
1974	3	-2.8	49	—	5	0.0	-26	-40	-25
1974	4	-1.6	15	—	4	0.0	-21	-34	-23
1974	5	3.0	47	—	6	504.0	-13	-23	-17
1974	6	15.0	51	97	64	44.0	-22	-32	-26
1974	7	19.0	73	136	64	2.2	-36	-47	-35
1974	8	13.9	69	76	48	0.4	-33	-40	-34
1974	9	10.6	28	38	21	0.7	-37	-38	-34
1974	10	2.0	34	—	2	0.6	-37	-38	-33
1974	11	-6.6	44	—	4	0.4	-38	-41	-32
1974	12	-3.1	43	—	5	0.6	-34	-38	-30
1975	1	-10.2	26	—	4	1.6	-30	-42	-27
1975	2	-11.1	52	—	3	1.2	-29	-44	-26
1975	3	-1.9	39	—	6	4.3	-25	-40	-20
1975	4	1.7	63	—	6	327.0	-12	-23	-15

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности воды <sup>2</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>3</sup> , мм	Расход воды р.Черная <sup>4</sup> , л/сек	Уровень болотных вод, см		
							Грядово-мочажинный микроландшафт (скв. 205)	Грядово-мочажинный микроландшафт (скв. 206)	Грядово-озерковый микроландшафт (скв. 402)
							Ср. мес.	Сумма за мес.	Сумма за мес.
1975	5	8.8	45	27	14	114.0	-20	-24	-22
1975	6	11.1	61	95	63	29.0	-24	-25	-26
1975	7	15.2	61	121	66	6.3	-30	-30	-30
1975	8	10.6	55	85	39	1.9	-38	-39	-36
1975	9	10.1	58	47	28	2.7	-34	-35	-33
1975	10	-0.1	66	3	4	14.0	-29	-28	-28
1975	11	-2.8	60	—	5	17.0	-26	-24	-24
1975	12	-7.4	85	—	4	9.8	-23	-21	-21
1976	1	-18.6	39	—	2	4.9	-19	-22	-22
1976	2	-13.1	24	—	3	3.6	-16	-21	-22
1976	3	-7.2	22	—	4	1.9	-14	-20	-21
1976	4	0.6	47	—	5	286.0	-6	-16	-18
1976	5	6.7	30	—	7	248.0	-15	-19	-19
1976	6	9.9	109	89	55	87.0	-18	-18	-22
1976	7	13.6	93	106	60	110.0	-16	-17	-20
1976	8	11.6	127	86	45	187.0	-18	-20	-23
1976	9	6.2	100	35	30	221.0	-11	-12	-17
1976	10	-2.3	30	2	7	75.4	-14	-15	-19
1976	11	-5.2	41	—	5	17.5	-14	-17	-20
1976	12	-6.6	42	—	4	11.6	-11	-17	-19
1977	1	-13.4	44	—	3	3.4	-11	-17	-19
1977	2	-13.5	29	—	2	0.0	-11	-16	-16
1977	3	-7.5	28	—	4	0.5	-9	-13	-15
1977	4	1.1	27	—	6	260.0	-9	-15	-14
1977	5	7.4	51	—	14	144.0	-15	-17	-20
1977	6	13.3	44	132	72	23.9	-24	-21	-25
1977	7	16.8	28	140	64	3.6	-37	-35	-33
1977	8	12.4	100	99	43	9.7	-34	-34	-34
1977	9	6.0	124	39	27	97.8	-23	-20	-24
1977	10	-1.7	122	—	4	193.0	-15	-15	-17
1977	11	-1.8	71	—	6	142.0	-14	-15	-17
1977	12	-10.9	58	—	3	25.4	-16	-20	-17

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности воды <sup>2</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>3</sup> , мм	Расход воды р.Черная <sup>4</sup> , л/сек	Уровень болотных вод, см		
							Грядово-мочажинный микроландшафт (скв. 205)	Грядово-мочажинный микроландшафт (скв. 206)	Грядово-озерковый микроландшафт (скв. 402)
							Ср. мес.	Сумма за мес.	Сумма за мес.
1978	1	-13.0	40	—	3	10.9	-13	-18	-18
1978	2	-18.1	8	—	1	2.5	-13	-18	-19
1978	3	-5.9	75	—	4	1.5	-9	-15	-16
1978	4	-3.3	41	—	4	87.9	-4	-11	-13
1978	5	5.0	15	—	6	300.0	-13	-18	-16
1978	6	9.6	33	101	63	39.0	-24	-19	-22
1978	7	13.1	97	112	54	14.6	-27	-22	-23
1978	8	10.8	90	61	35	32.1	-24	-19	-22
1978	9	6.4	76	42	16	68.5	-16	-13	-19
1978	10	0.7	132	—	7	192.0	-14	-12	-15
1978	11	-4.2	69	—	5	134.0	-14	-14	-14
1978	12	-22.0	32	—	1	20.5	-16	-18	-18
1979	1	-17.0	33	—	2	0.0	-16	-18	-19
1979	2	-16.8	21	—	2	0.0	-15	-17	-19
1979	3	-5.1	25	—	4	0.3	-14	-14	-17
1979	4	-3.7	43	—	3	3.8	-12	-12	-15
1979	5	9.4	66	38	21	549.0	-15	-16	-18
1979	6	10.2	163	100	66	174.0	-18	-16	-21
1979	7	14.9	46	113	59	48.5	-18	-16	-22
1979	8	12.7	132	90	46	51.5	-16	-15	-21
1979	9	7.5	35	47	25	46.0	-14	-12	-21
1979	10	-1.9	59	6	6	65.7	-14	-12	-19
1979	11	-2.5	95	—	6	29.4	-13	-17	-18
1979	12	-7.9	53	—	4	25.2	-9	-13	-20
1980	1	-15.6	45	—	2	11.6	-8	-12	-20
1980	2	-10.8	46	—	3	6.3	-7	-9	-19
1980	3	-9.1	13	—	3	2.7	-3	-4	-19
1980	4	0.1	18	—	5	284.0	-1	-5	-16
1980	5	5.0	16	—	7	235.0	-14	-13	-19
1980	6	15.4	47	57	45	10.8	-28	-21	-27
1980	7	12.3	48	148	48	10.0	-34	-28	-30
1980	8	10.6	7	117	31	0.0	-49	-43	-42

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности воды <sup>2</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>3</sup> , мм	Расход воды р.Черная <sup>4</sup> , л/сек	Уровень болотных вод, см		
							Грядово-мочажинный микроландшафт (скв. 205)	Грядово-мочажинный микроландшафт (скв. 206)	Грядово-озерковый микроландшафт (скв. 402)
							Ср. мес.	Сумма за мес.	Сумма за мес.
1980	9	7.4	37	44	21	0.3	-44	-41	-42
1980	10	1.3	44	—	7	0.5	-43	-40	-39
1980	11	-9.0	81	—	4	0.4	-41	-37	-35
1980	12	-10.6	52	—	3	0.5	-38	-37	-31
1981	1	-9.2	52	—	4	0.6	-35	-34	-28
1981	2	-10.7	32	—	3	0.8	-33	-33	-25
1981	3	-10.2	31	—	3	0.1	-30	-29	-23
1981	4	-2.7	54	—	5	0.0	-25	-26	-22
1981	5	5.9	36	—	8	371.0	-17	-16	-15
1981	6	12.9	95	103	53	92.5	-20	-14	-16
1981	7	16.7	72	143	76	17.4	-25	-17	-24
1981	8	14.4	49	101	51	9.6	-25	-20	-26
1981	9	7.5	68	44	26	26.7	-22	-17	-24
1981	10	5.0	78	25	11	83.6	-16	-10	-20
1981	11	-2.7	65	—	5	77.5	-16	-11	-14
1981	12	-10.6	76	—	3	28.7	-14	-13	-16
1982	1	-21.2	31	—	1	5.8	-10	-13	-17
1982	2	-9.4	29	—	3	1.1	-9	-13	-16
1982	3	-5.7	30	—	4	3.1	-9	-14	-14
1982	4	0.9	49	—	5	294.0	-5	-9	-11
1982	5	8.1	38	—	9	198.0	-18	-14	-17
1982	6	7.9	44	76	56	17.4	-23	-17	-23
1982	7	15.5	49	162	59	1.0	-37	-27	-31
1982	8	11.2	63	93	45	0.5	-36	-32	-33
1982	9	7.5	55	46	31	3.9	-30	-28	-29
1982	10	-1.6	55	5	6	6.9	-30	-26	-27
1982	11	-0.7	89	—	6	39.5	-19	-17	-20
1982	12	-6.4	71	—	4	24.1	-12	-16	-18
1983	1	-9.2	58	—	3	10.3	-7	-16	-17
1983	2	-11.7	61	—	2	2.7	-5	-14	-16
1983	3	-6.4	41	—	4	2.3	-4	-11	-15
1983	4	3.5	24	—	6	553.0	-4	-11	-14

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности воды <sup>2</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>3</sup> , мм	Расход воды р.Черная <sup>4</sup> , л/сек	Уровень болотных вод, см		
							Грядово-мочажинный микроландшафт (скв. 205)	Грядово-мочажинный микроландшафт (скв. 206)	Грядово-озерковый микроландшафт (скв. 402)
							Ср. мес.	Сумма за мес.	Сумма за мес.
1983	5	7.2	79	34	20	86.0	-14	-11	-17
1983	6	11.5	59	132	73	52.7	-20	-14	-20
1983	7	15.9	41	49	43	8.0	-27	-19	-25
1983	8	10.9	69	—	39	2.8	-29	-23	-28
1983	9	8.5	103	—	25	24.7	-25	-22	-25
1983	10	2.0	90	—	8	165.0	-11	-9	-16
1983	11	-8.1	103	—	4	91.5	-12	-12	-14
1983	12	-8.7	81	—	4	20.4	-8	-13	-14
1984	1	-9.8	67	—	3	19.3	-4	-11	-16
1984	2	-8.7	7	—	3	11.1	-1	-11	-16
1984	3	-6.4	29	—	4	4.5	0	-9	-18
1984	4	-0.4	16	—	5	208.0	4	-6	-15
1984	5	11.0	61	—	25	513.0	-13	-9	-13
1984	6	13.2	60	—	73	9.7	-30	-16	-26
1984	7	15.8	150	119	62	88.0	-20	-11	-22
1984	8	10.9	127	—	44	187.0	-12	-6	-20
1984	9	7.0	49	38	19	109.0	-11	-4	-16
1984	10	-0.7	77	5	5	97.7	-10	-3	-15
1984	11	-6.8	59	—	4	75.1	-9	-6	-13
1984	12	-11.6	30	—	3	8.6	-11	-9	-15
1985	1	-25.3	28	—	1	1.3	-14	-14	-17
1985	2	-22.5	12	—	1	0.0	-21	-22	-20
1985	3	-4.6	39	—	4	0.0	-18	-21	-17
1985	4	-2.9	60	—	4	1.3	-6	-12	-11
1985	5	3.9	64	—	28	500.0	-16	-24	-17
1985	6	12.8	81	112	69	134.0	-20	-21	-20
1985	7	14.4	74	85	69	15.9	-28	-24	-28
1985	8	14.4	74	109	47	6.0	-32	-27	-30
1985	9	8.2	95	44	24	35.9	-24	-21	-26
1985	10	2.3	111	7	7	158.0	-17	-11	-19
1985	11	-5.0	53	—	5	87.0	-17	-13	-20
1985	12	-17.9	51	—	2	18.0	-18	-17	-20

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности воды <sup>2</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>3</sup> , мм	Расход воды р.Черная <sup>4</sup> , л/сек	Уровень болотных вод, см		
							Грядово-мочажинный микроландшафт (скв. 205)	Грядово-мочажинный микроландшафт (скв. 206)	Грядово-озерковый микроландшафт (скв. 402)
							Ср. мес.	Сумма за мес.	Сумма за мес.
1986	1	-15.4	40	—	3	4.6	-17	-11	-20
1986	2	-17.5	21	—	2	0.5	-15	-8	-22
1986	3	-2.6	22	—	5	0.0	-13	-8	-22
1986	4	1.2	40	—	5	285.0	-9	-8	-20
1986	5	5.9	33	46	17	173.0	-22	-12	-24
1986	6	13.9	34	152	74	13.0	-36	-16	-31
1986	7	14.2	22	130	68	1.4	-45	-28	-38
1986	8	10.4	119	108	47	12.0	-52	-36	-45
1986	9	4.3	65	31	12	62.3	-29	-14	-32
1986	10	2.3	84	—	7	150.0	-20	-6	-25
1986	11	-0.2	58	—	6	105.0	-18	-5	-22
1986	12	-15.4	53	—	2	44.5	-18	-6	-21
1987	1	-21.4	22	—	2	0.2	-19	-9	-24
1987	2	-14.1	62	—	2	0.0	-17	-10	-22
1987	3	-8.0	20	—	3	0.4	-15	-8	-19
1987	4	1.5	19	—	5	54.7	-11	-4	-19
1987	5	7.0	41	29	10	277.0	-17	-9	-21
1987	6	13.3	104	111	60	96.4	-24	-9	-25
1987	7	12.8	54	121	67	45.9	-22	-9	-26
1987	8	11.1	83	78	47	23.5	-22	-9	-28
1987	9	6.8	56	41	18	46.4	-18	-6	-25
1987	10	4.4	9	16	9	17.0	-20	-7	-26
1987	11	-11.1	52	—	3	9.7	-21	-9	-25
1987	12	-14.3	62	—	3	4.7	-18	-8	-22
1988	1	-12.9	32	—	3	4.2	-16	-8	-22
1988	2	-10.5	52	—	3	0.0	-14	-8	-22
1988	3	-3.8	25	—	5	0.4	-13	-7	-22
1988	4	-2.8	72	—	4	154.0	-4	-2	-20
1988	5	5.8	32	35	23	399.0	-14	-7	-21
1988	6	14.3	41	109	91	62.8	-28	-11	-27
1988	7	18.0	73	179	68	4.5	-32	-17	-34
1988	8	13.5	102	88	42	22.8	-24	-12	-31

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности воды <sup>2</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>3</sup> , мм	Расход воды р.Черная <sup>4</sup> , л/сек	Уровень болотных вод, см		
							Грядово-мочажинный микроландшафт (скв. 205)	Грядово-мочажинный микроландшафт (скв. 206)	Грядово-озерковый микроландшафт (скв. 402)
							Ср. мес.	Сумма за мес.	Сумма за мес.
1988	9	7.8	55	49	26	13.0	-26	-10	-31
1988	10	2.1	82	20	10	60.2	-16	-2	-26
1988	11	-9.8	44	—	3	41.3	-12	-3	-25
1988	12	-12.1	55	—	3	11.5	-11	-5	-25
1989	1	-9.9	71	—	3	6.3	-9	-5	-25
1989	2	-7.0	46	—	4	8.1	-5	-3	-24
1989	3	-0.8	34	—	6	19.3	-1	-1	-24
1989	4	—	18	—	7	458.0	1	1	-22
1989	5	9.9	33	108	56	86.8	-17	-3	-27
1989	6	17.1	32	158	86	4.1	-35	-15	-37
1989	7	—	101	151	90	3.3	-34	-22	-40
1989	8	13.5	67	110	59	1.3	-40	-27	-42
1989	9	9.2	55	53	36	2.8	-33	-21	-38
1989	10	0.8	76	11	8	33.4	-26	-13	-31
1989	11	-5.2	38	—	5	31.1	-23	-4	-29
1989	12	-12.6	86	—	3	4.6	-20	-3	-26
1990	1	-16.7	59	—	2	2.1	-17	-3	-25
1990	2	-2.0	65	—	5	9.1	-12	-3	-25
1990	3	-3.4	79	—	5	20.6	-4	-2	-23
1990	4	2.6	18	—	6	553.0	0	-1	-21
1990	5	4.1	49	60	28	142.0	-19	-7	-25
1990	6	—	55	120	63	22.3	-26	-9	-29
1990	7	—	60	147	74	3.1	-35	-18	-35
1990	8	12.6	53	110	51	0.5	-41	-25	-40
1990	9	—	21	46	23	0.8	-37	-24	-42
1990	10	—	48	—	6	4.0	-30	-19	-39
1990	11	-8.9	83	—	4	6.3	-29	-16	-34
1990	12	-6.9	48	—	4	2.8	-25	-15	-32
1991	1	-15.3	57	—	3	1.8	-23	-12	-32
1991	2	-10.4	18	—	3	0.0	-21	-10	-31
1991	3	-9.2	46	—	3	0.0	-18	-10	-29
1991	4	1.3	74	—	6	317.0	-6	-4	-24

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности воды <sup>2</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>3</sup> , мм	Расход воды р.Черная <sup>4</sup> , л/сек	Уровень болотных вод, см		
							Грядово-мочажинный микроландшафт (скв. 205)	Грядово-мочажинный микроландшафт (скв. 206)	Грядово-озерковый микроландшафт (скв. 402)
							Ср. мес.	Сумма за мес.	Сумма за мес.
1991	5	7.0	19	—	9	358.0	-12	-5	-24
1991	6	14.5	80	145	75	71.7	-19	-6	-28
1991	7	14.3	60	168	87	6.8	-27	-13	-34
1991	8	12.4	90	114	60	12.7	-30	-18	-36
1991	9	6.3	149	63	34	157.0	-12	-3	-25
1991	10	3.6	50	—	9	74.0	-10	1	-22
1991	11	-0.5	69	—	6	90.6	-10	1	-21
1991	12	-10.1	58	—	4	54.1	-9	0	-21
1992	1	-13.2	31	—	3	8.4	-8	-3	-23
1992	2	-7.3	28	—	4	1.4	-6	0	-21
1992	3	-2.1	50	—	5	5.1	-4	2	-21
1992	4	-2.2	51	—	4	77.5	3	3	-18
1992	5	8.2	44	—	6	403.0	-12	-2	-22
1992	6	11.0	74	55	30	26.9	-27	-11	-31
1992	7	13.4	51	122	64	23.9	-30	-12	-30
1992	8	11.2	73	101	53	2.6	-34	-18	-34
1992	9	11.1	33	37	22	2.9	-29	-16	-31
1992	10	-4.8	50	9	8	8.8	-29	-14	-28
1992	11	-11.2	53	—	3	1.6	-28	-14	-25
1992	12	-4.2	63	—	5	1.4	-21	-10	-23
1993	1	-10.0	36	—	3	1.0	-18	-18	-24
1993	2	-8.5	40	—	3	0.0	-18	-7	-23
1993	3	-5.0	36	—	4	0.0	-13	-5	-20
1993	4	-1.2	31	—	5	52.0	-7	-2	-18
1993	5	6.8	24	53	29	448.0	-12	-5	-21
1993	6	11.4	110	98	52	156.0	-14	-3	-21
1993	7	15.5	101	107	56	121.0	-13	-1	-19
1993	8	12.4	72	92	49	39.5	-14	-2	-21
1993	9	—	113	30	18	187.0	-9	2	-18
1993	10	-0.6	80	—	6	100.0	-11	2	-17
1993	11	-12.3	30	—	3	43.3	-13	-2	-18
1993	12	-11.3	51	—	3	15.0	-12	-2	-19

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности воды <sup>2</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>3</sup> , мм	Расход воды р.Черная <sup>4</sup> , л/сек	Уровень болотных вод, см		
							Грядово-мочажинный микроландшафт (скв. 205)	Грядово-мочажинный микроландшафт (скв. 206)	Грядово-озерковый микроландшафт (скв. 402)
							Ср. мес.	Сумма за мес.	Сумма за мес.
1994	1	-11.4	34	—	3	9.0	-8	-1	-19
1994	2	-15.6	32	—	2	0.0	-7	0	-20
1994	3	-4.6	54	—	4	0.0	-5	4	-19
1994	4	2.9	51	—	6	0.0	2	7	-16
1994	5	3.4	69	—	7	311.0	-11	15	-19
1994	6	12.8	72	115	60	72.9	-17	5	-21
1994	7	13.5	6	—	13	0.0	-34	-8	-30
1994	8	11.9	33	124	65	0.0	-46	-21	-37
1994	9	6.8	78	44	25	0.0	-35	-19	-34
1994	10	1.6	94	10	8	40.4	-19	-6	-24
1994	11	-8.5	80	—	4	0.0	-20	-3	-20
1994	12	-8.0	42	—	4	4.6	-17	-1	-19
1995	1	-7.7	48	—	4	4.2	-15	0	-20
1995	2	-6.2	37	—	4	2.4	-11	0	-19
1995	3	-3.2	31	—	4	3.7	-7	0	-21
1995	4	2.4	40	—	6	576.0	-5	1	-17
1995	5	7.8	110	—	9	315.0	-13	-2	-19
1995	6	13.9	138	131	68	80.3	-18	-3	-23
1995	7	13.3	99	107	56	138.0	-11	3	-21
1995	8	12.7	127	79	42	88.3	-10	3	-22
1995	9	8.3	57	—	11	78.7	-8	4	-21
1995	10	2.7	81	—	8	121.0	-7	6	-20
1995	11	-8.6	69	—	3	76.7	-6	4	-20
1995	12	-13.7	61	—	3	39.8	-6	3	-21
1996	1	-9.7	47	—	3	16.9	-6	2	-22
1996	2	-13.7	33	—	2	9.9	-5	2	-22
1996	3	-5.9	13	—	3	7.6	-3	2	-22
1996	4	-1.7	37	—	5	9.6	-2	1	-20
1996	5	5.2	25	—	7	597.0	-12	-4	-21
1996	6	11.2	103	121	63	111.0	-19	-4	-23
1996	7	13.7	154	133	69	91.8	-13	0	-20
1996	8	12.6	39	114	60	77.6	-14	2	-22

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности воды <sup>2</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>3</sup> , мм	Расход воды р.Черная <sup>4</sup> , л/сек	Уровень болотных вод, см		
							Грядово-мочажинный микроландшафт (скв. 205)	Грядово-мочажинный микроландшафт (скв. 206)	Грядово-озерковый микроландшафт (скв. 402)
							Ср. мес.	Сумма за мес.	Сумма за мес.
1996	9	5.2	24	67	36	13.1	-18	-2	-25
1996	10	2.3	61	—	8	41.4	-10	2	-21
1996	11	0.7	73	—	7	98.8	-8	5	-21
1996	12	-9.8	55	—	3	91.5	-9	3	-21
1997	1	-14.9	82	—	2	12.7	2	2	-21
1997	2	-11.7	51	—	3	12.2	4	4	-20
1997	3	-5.8	57	—	4	32.9	5	5	-18
1997	4	-2.0	74	—	5	60.8	7	7	-16
1997	5	4.8	54	—	7	846.0	1	1	-14
1997	6	13.7	48	181	93	24.8	-10	-10	-26
1997	7	13.1	40	166	86	2.6	-23	-23	-36
1997	8	13.2	71	114	60	0.9	-24	-24	-37
1997	9	7.4	43	43	25	0.9	-21	-21	-39
1997	10	-1.0	113	9	8	10.6	-13	-13	-33
1997	11	-7.4	31	—	4	14.7	-9	-9	-31
1997	12	-12.8	17	—	3	1.8	-13	-13	-33
1998	1	-10.8	59	—	4	0.0	-28	-13	-30
1998	2	-21.9	41	—	1	0.0	-26	-10	-27
1998	3	-8.3	37	—	3	0.0	-21	-7	-24
1998	4	-4.9	20	—	4	2.1	-20	-8	-23
1998	5	6.5	37	14	10	528.0	-15	-14	-28
1998	6	13.3	107	136	71	71.0	-22	-10	-31
1998	7	17.3	106	143	74	0.0	-23	-9	-31
1998	8	11.6	122	88	47	0.0	-15	-2	-28
1998	9	7.1	73	48	27	165.0	-15	-1	-25
1998	10	1.9	96	9	8	204.0	-12	0	-23
1998	11	-7.8	54	—	4	78.6	-18	-1	-23
1998	12	-12.3	55	—	3	21.9	-14	-1	-21
1999	1	-18.3	32	—	2	8.4	-11	-2	-21
1999	2	-13.7	30	—	3	5.4	-16	-3	-25
1999	3	-7.0	26	—	4	2.6	-9	2	-20
1999	4	1.7	30	—	6	377.0	-7	-1	-17

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности воды <sup>2</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>3</sup> , мм	Расход воды р.Черная <sup>4</sup> , л/сек	Уровень болотных вод, см		
							Грядово-мочажинный микроландшафт (скв. 205)	Грядово-мочажинный микроландшафт (скв. 206)	Грядово-озерковый микроландшафт (скв. 402)
							Ср. мес.	Сумма за мес.	Сумма за мес.
1999	5	1.1	48	—	6	142.0	-15	-5	-22
1999	6	15.6	37	146	76	48.6	-28	-9	-29
1999	7	16.2	79	167	86	6.3	-37	-18	-35
1999	8	10.8	113	80	43	34.4	-28	—	-32
1999	9	8.3	43	55	30	17.1	-29	—	-30
1999	10	4.3	86	18	12	68.8	-17	—	-26
1999	11	-9.2	63	—	4	49.7	-17	—	-25
1999	12	-7.0	88	—	4	25.2	-11	-1	-23
2000	1	-13.3	59	—	3	15.9	-5	0	-23
2000	2	-8.1	38	—	4	0.0	-5	0	-21
2000	3	-4.3	45	—	4	0.0	-3	3	-19
2000	4	2.4	38	—	7	0.0	-2	2	-13
2000	5	6.6	160	—	9	0.0	-15	-5	-17
2000	6	14.2	61	131	68	100.0	-29	-9	-21
2000	7	18.0	65	166	86	0.0	-41	-18	-29
2000	8	11.9	36	86	46	0.0	-48	-25	-35
2000	9	7.5	101	51	29	0.0	-31	-15	-24
2000	10	4.9	80	17	12	46.3	-28	-12	-22
2000	11	-4.6	56	—	5	93.1	-18	-3	-19
2000	12	-11.4	33	—	4	29.3	-18	-3	-21
2001	1	-7.7	24	—	4	2.3	-22	-5	-23
2001	2	-16.6	58	—	2	0.6	-19	-6	-20
2001	3	-10.3	51	—	3	1.3	-17	-2	-18
2001	4	3.8	27	—	7	0.0	-10	2	-16
2001	5	5.3	80	—	8	236.0	-18	-3	-24
2001	6	13.1	13	152	79	27.4	-31	-11	-32
2001	7	17.3	90	152	79	1.7	-41	-23	-39
2001	8	11.9	60	99	52	1.7	-42	-26	-40
2001	9	9.4	38	53	29	1.2	-43	-29	-41
2001	10	-0.8	71	4	5	11.5	-32	-22	-34
2001	11	-7.8	71	—	4	40.5	-29	-13	-28
2001	12	-14.8	27	—	3	16.7	-27	-13	-29

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности воды <sup>2</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>3</sup> , мм	Расход воды р.Черная <sup>4</sup> , л/сек	Уровень болотных вод, см		
							Грядово-мочажинный микроландшафт (скв. 205)	Грядово-мочажинный микроландшафт (скв. 206)	Грядово-озерковый микроландшафт (скв. 402)
							Ср. мес.	Сумма за мес.	Сумма за мес.
2002	1	-13.5	81	—	3	2.7	-26	-14	-28
2002	2	-7.9	35	—	4	3.3	-23	-11	-28
2002	3	-5.7	42	—	4	4.2	-22	-12	-30
2002	4	1.4	1	—	6	376.0	-15	-11	-25
2002	5	5.6	44	71	38	192.0	-27	-14	-27
2002	6	12.1	77	150	78	24.1	-38	-22	-35
2002	7	16.2	66	145	75	11.9	-40	-25	-35
2002	8	10.5	41	88	47	1.9	-42	-26	-37
2002	9	6.0	70	49	28	6.9	-33	-18	-33
2002	10	-0.7	79	2	4	42.5	-26	-7	-28
2002	11	-10.3	63	—	3	29.1	-20	-5	-26
2002	12	-14.2	30	—	2	15.5	-20	-5	-27
2003	1	-18.6	60	—	2	4.0	-19	-4	-27
2003	2	-9.4	25	—	3	0.7	-17	-3	-25
2003	3	-4.4	60	—	4	1.2	-15	1	-24
2003	4	-0.3	17	—	5	186.0	-7	2	-20
2003	5	9.5	64	47	27	526.0	-14	-2	-23
2003	6	8.2	65	114	60	110.0	-18	-2	-27
2003	7	18.9	59	173	89	21.6	-26	-6	-33
2003	8	14.9	159	106	56	62.2	-21	-6	-29
2003	9	8.3	79	49	28	199.0	-10	1	-23
2003	10	2.8	92	21	14	184.0	-10	0	-20
2003	11	-2.5	62	—	6	111.0	-13	-1	-18
2003	12	-6.5	64	—	4	48.1	-15	-5	-19
2004	1	—	38	—	—	16.7	-13	—	—
2004	2	—	67	—	—	10.9	-10	—	—
2004	3	—	22	—	—	12.0	-5	—	—
2004	4	—	3	—	—	123.0	-2	—	—
2004	5	—	82	—	—	433.0	-12	—	—
2004	6	—	61	—	—	105.0	-19	—	—
2004	7	—	79	—	—	22.0	-30	—	—
2004	8	—	55	—	—	2.4	-42	—	—

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности воды <sup>2</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>3</sup> , мм	Расход воды р.Черная <sup>4</sup> , л/сек	Уровень болотных вод, см		
							Грядово-мочажинный микроландшафт (скв. 205)	Грядово-мочажинный микроландшафт (скв. 206)	Грядово-озерковый микроландшафт (скв. 402)
							Ср. мес.	Сумма за мес.	Сумма за мес.
2004	9	—	96	—	—	39.1	-20	—	—
2004	10	—	52	—	—	76.4	-13	—	—
2004	11	—	70	—	—	136.0	-11	—	—
2004	12	—	41	—	—	35.2	-14	—	—
2005	1	-7.7	42	—	4	22.7	-11	6	-25
2005	2	-11.5	12	—	2	7.6	-11	5	-25
2005	3	-11.2	38	—	3	1.5	-10	4	-24
2005	4	-0.1	43	—	5	184.0	-5	5	-17
2005	5	8.2	93	52	29	400.0	-10	3	-19
2005	6	12.8	67	162	84	81.5	-20	0	-27
2005	7	16.1	56	181	93	4.5	-34	-12	-34
2005	8	14.8	80	120	63	1.3	-34	-16	-33
2005	9	8.9	65	56	31	7.1	-28	-13	-28
2005	10	4.5	51	18	12	25.9	-29	-10	-27
2005	11	1.7	85	—	7	101.0	-16	-3	-21
2005	12	-10.3	58	—	3	66.8	-17	-4	-24
2006	1	-15.0	35	—	3	26.2	-15	-4	-27
2006	2	-16.0	12	—	2	0.8	-20	-12	-31
2006	3	-10.4	30	—	3	2.2	-21	-10	-31
2006	4	2.1	39	—	6	296.0	-18	-10	-26
2006	5	8.0	85	75	40	188.0	-18	-13	-28
2006	6	15.2	29	138	72	89.0	-27	-11	-33
2006	7	13.5	98	135	70	5.8	-34	-20	-38
2006	8	12.6	49	76	41	2.3	-36	-21	-37
2006	9	8.8	80	49	28	31.1	-26	-12	-30
2006	10	0.6	124	8	7	91.1	-20	-5	-27
2006	11	-4.9	56	—	5	126.0	-14	-4	-22
2006	12	-2.8	98	—	6	252.0	-13	-1	-22
2007	1	-7.7	34	—	4	42.6	-12	-1	-25
2007	2	-18.4	24	—	1	11.0	-14	-4	-27
2007	3	-0.3	40	—	6	9.1	-9	1	-24
2007	4	0.9	52	—	6	427.0	-6	1	-21

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности воды <sup>2</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>3</sup> , мм	Расход воды р.Черная <sup>4</sup> , л/сек	Уровень болотных вод, см		
							Грядово-мочажинный микроландшафт (скв. 205)	Грядово-мочажинный микроландшафт (скв. 206)	Грядово-озерковый микроландшафт (скв. 402)
							Ср. мес.	Сумма за мес.	Сумма за мес.
2007	5	7.6	71	85	45	147.0	-17	-2	-26
2007	6	9.9	129	114	60	212.0	-17	0	-26
2007	7	16.9	161	154	80	151.0	-14	2	-23
2007	8	15.4	106	133	69	93.8	-14	2	-23
2007	9	8.2	74	51	29	156.0	-10	3	-20
2007	10	4.1	44	17	12	72.2	-12	3	-21
2007	11	-5.3	48	—	4	27.3	-20	1	-22
2007	12	-3.0	69	—	5	28.6	-14	2	-20
2008	1	-7.8	54	—	4	28.5	-10	5	-22
2008	2	-7.4	55	—	4	14.7	-7	7	-23
2008	3	-7.0	31	—	4	8.5	-3	8	-22
2008	4	0.1	24	—	5	168.0	-1	8	-20
2008	5	4.2	78	22	14	482.0	-13	-3	-20
2008	6	11.6	94	103	54	125.0	-19	-3	-24
2008	7	15.0	82	126	66	64.1	-21	-1	-25
2008	8	11.1	134	66	36	111.0	-11	5	-20
2008	9	6.3	50	44	25	137.0	-9	8	-18
2008	10	4.0	119	23	15	257.0	-4	10	-14
2008	11	-1.1	75	—	6	201.0	-6	9	-16
2008	12	-3.4	41	—	5	74.9	-9	6	-18
2009	1	-13.1	67	—	3	29.5	-10	7	-20
2009	2	-10.8	41	—	3	12.1	-8	7	-20
2009	3	-5.3	49	—	4	3.0	-7	9	-21
2009	4	-2.0	25	—	4	15.4	-5	7	-21
2009	5	7.0	58	37	22	593.0	-11	-3	-20
2009	6	12.6	45	147	76	42.5	-28	-7	-29
2009	7	15.1	89	147	76	10.5	-36	-12	-33
2009	8	12.6	80	107	56	35.3	-30	-10	-32
2009	9	10.4	36	61	33	9.9	-27	-3	-29
2009	10	0.2	58	8	7	64.3	-16	4	-25
2009	11	-2.6	44	—	5	25.8	-16	4	-25
2009	12	-12.8	50	—	3	12.1	-15	4	-25

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности воды <sup>2</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>3</sup> , мм	Расход воды р.Черная <sup>4</sup> , л/сек	Уровень болотных вод, см		
							Грядово-мочажинный микроландшафт (скв. 205)	Грядово-мочажинный микроландшафт (скв. 206)	Грядово-озерковый микроландшафт (скв. 402)
							Ср. мес.	Сумма за мес.	Сумма за мес.
2010	1	-17.2	15	—	2	0.8	-17	3	-26
2010	2	—	26	—	2	0.7	-18	1	-26
2010	3	-8.3	42	—	3	0.6	-17	1	-24
2010	4	2.6	69	—	6	416.0	-13	-2	-20
2010	5	11.4	52	77	41	164.0	-20	-5	-25
2010	6	11.5	85	140	73	29.0	-26	-7	-27
2010	7	19.5	74	164	85	5.6	-31	-12	-29
2010	8	13.7	51	130	68	1.8	-38	-20	-35
2010	9	8.5	108	40	23	52.6	-22	-10	-27
2010	10	1.7	67	14	10	89.0	-12	-1	-23
2010	11	-7.1	72	—	4	182.0	-9	1	-22
2010	12	-17.2	30	—	2	11.5	-13	-1	-23
2011	1	-14.8	50	—	2	1.2	-13	-2	-23
2011	2	-19.3	19	—	1	1.2	-11	-4	-24
2011	3	-5.0	35	—	4	0.6	-10	1	-23
2011	4	1.8	33	—	6	267.0	-9	-2	-20
2011	5	8.5	50	64	35	150.0	-14	-2	-26
2011	6	14.6	18	158	82	16.3	-30	-11	-37
2011	7	18.7	54	180	93	1.2	-47	-26	-48
2011	8	12.0	83	118	62	1.6	-35	-20	-43
2011	9	8.5	61	61	33	3.1	-33	-19	-43
2011	10	3.8	60	24	15	46.8	-24	-7	-34
2011	11	-2.3	71	—	5	28.5	-20	-1	-31
2011	12	-2.0	79	—	6	50.6	-10	-1	-29
2012	1	-11.5	36	—	3	14.1	-9	-2	-29
2012	2	-15.9	11	—	2	0.8	-10	-4	-30
2012	3	-8.3	29	—	3	0.5	-11	-3	-28
2012	4	0.7	38	—	6	255.0	-6	-2	-23
2012	5	8.9	63	77	41	226.0	-18	-3	-28
2012	6	12.7	93	117	61	68.9	-21	-4	-29
2012	7	15.8	121	135	70	107.0	-18	-1	-28
2012	8	12.6	129	104	55	266.0	-12	3	-23

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности воды <sup>2</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>3</sup> , мм	Расход воды р.Черная <sup>4</sup> , л/сек	Уровень болотных вод, см		
							Грядово-мочажинный микроландшафт (скв. 205)	Грядово-мочажинный микроландшафт (скв. 206)	Грядово-озерковый микроландшафт (скв. 402)
							Ср. мес.	Сумма за мес.	Сумма за мес.
2012	9	8.4	49	58	32	22.2	-17	0	-27
2012	10	2.8	134	—	8	241.0	-5	5	-20
2012	11	-2.9	73	—	6	180.0	-6	3	-19
2012	12	-15.5	28	—	2	37.0	-14	1	-22
2013	1	-10.1	53	—	3	2.6	-14	1	-20
2013	2	-5.9	56	—	4	1.2	-12	5	-19
2013	3	-14.4	22	—	2	0.8	-12	5	-20
2013	4	0.9	27	—	5	332.0	-10	2	-17
2013	5	8.7	40	63	34	232.0	-25	-3	-25
2013	6	15.6	52	159	82	5.9	-39	-15	-35
2013	7	16.1	35	138	72	1.5	-56	-29	-46
2013	8	14.7	96	105	55	5.9	-43	-24	-41
2013	9	7.9	26	58	32	2.0	-45	-26	-45
2013	10	1.8	108	11	9	80.5	-28	-16	-35
2013	11	-0.7	61	—	6	158.0	-16	-4	-28
2013	12	-5.0	73	—	5	28.7	-17	-3	-28
2014	1	-13.4	44	—	3	12.2	-11	-1	-28
2014	2	-6.7	45	—	4	3.3	-9	3	-27
2014	3	-3.2	48	—	5	5.1	-1	7	-26
2014	4	0.1	26	—	5	350.0	-2	2	-22
2014	5	7.9	73	32	19	242.0	-16	-3	-24
2014	6	11.9	78	128	67	50.1	-31	-10	-34
2014	7	15.2	33	149	77	7.8	-40	-14	-39
2014	8	15.5	95	106	56	2.6	-39	-21	-42
2014	9	8.7	66	49	28	22.8	-25	-12	-32
2014	10	-2.4	35	7	7	35.1	-23	-6	-30
2014	11	-2.9	52	—	5	5.5	-14	-5	-27
2014	12	-7.4	63	—	4	35.1	-14	-1	-26
2015	1	-13.2	53	—	3	3.4	-9	1	-28
2015	2	-6.4	53	—	4	2.3	-4	4	-26
2015	3	-1.5	15	—	5	9.0	0	3	-27
2015	4	1.4	40	—	5	225.4	0	2	-23

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности воды <sup>2</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>3</sup> , мм	Расход воды р.Черная <sup>4</sup> , л/сек	Уровень болотных вод, см		
							Грядово-мочажинный микроландшафт (скв. 205)	Грядово-мочажинный микроландшафт (скв. 206)	Грядово-озерковый микроландшафт (скв. 402)
							Ср. мес.	Сумма за мес.	Сумма за мес.
2015	5	11.1	39	61	32	219.2	-15	-4	-24
2015	6	12.9	103	125	72	49.9	-14	-5	-27
2015	7	12.4	52	116	76	13.5	-17	-3	-31
2015	8	11.7	113	86	58	124.0	-14	-1	-28
2015	9	10.1	74	51	34	62.0	-12	0	-27
2015	10	2.3	54	—	11	102.9	-8	2	-25
2015	11	-4	69	—	5	65.3	-14	0	-25
2015	12	-5.2	90	—	5	22.2	-7	4	-24
2016	1	-18.7	50	—	2	16.7	-4	3	-26
2016	2	-3.8	35	—	4	4.3	-3	8	-26
2016	3	-2.9	15	—	5	1.6	-2	8	-29
2016	4	3.3	31	—	6	442.4	-4	3	-20
2016	5	11.1	36	106	55	83.9	-27	-6	-31
2016	6	13	84	143	74	27.5	-31	-12	-33
2016	7	18.5	110	143	74	20.6	-37	-15	-34
2016	8	15.3	81	101	53	49.0	-27	-9	-28
2016	9	8.3	50	47	27	18.4	-26	-7	-29
2016	10	2.2	29	17	12	23.4	-22	-4	-28
2016	11	-8	35	—	4	16.6	-24	-6	-29
2016	12	-7.6	70	—	4	3.1	-26	-11	-28
2017	1	-10.3	74	—	4	3.3	-19	-5	-24
2017	2	-8.9	39	—	3	3.5	-14	-1	-23
2017	3	-2.1	52	—	5	2.2	-6	3	-22
2017	4	-1.5	41	—	4	46.2	4	3	-20
2017	5	2.5	20	—	6	539.9	-6	-2	-20
2017	6	9.2	92	112	59	156.7	-15	-5	-28
2017	7	16.8	156	141	73	181.1	-17	-4	-29
2017	8	14.8	134	92	49	322.2	-8	1	-24
2017	9	7.3	73	45	26	160.0	-8	2	-24
2017	10	2	59	16	11	116.5	-9	2	-24
2017	11	-1.8	54	—	6	148.2	-10	2	-23
2017	12	-4.5	61	—	5	42.6	-12	-1	-25

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности воды <sup>2</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>3</sup> , мм	Расход воды р.Черная <sup>4</sup> , л/сек	Уровень болотных вод, см		
							Грядово-мочажинный микроландшафт (скв. 205)	Грядово-мочажинный микроландшафт (скв. 206)	Грядово-озерковый микроландшафт (скв. 402)
							Ср. мес.	Сумма за мес.	Сумма за мес.
2018	1	-6.3	55	—	4	61.3	-6	0	-24
2018	2	-13.7	15	—	2	12.0	-5	2	-25
2018	3	-12.3	57	—	2	1.9	-5	1	-23
2018	4	0.6	49	—	5	174.4	0	2	-18
2018	5	9.2	21	110	58	349.8	-17	-9	-21
2018	6	11.8	95	133	69	30.5	-26	-13	-29
2018	7	18.4	32	184	95	60.6	-35	-16	-35
2018	8	14.6	180	127	66	86.8	-26	-14	-33
2018	9	10.1	64	—	37	115.9	-11	0	-27
2018	10	2.7	78	—	15	136.7	-8	0	-25
2018	11	-1.5	62	—	6	101.6	-11	1	-25
2018	12	-9	13	—	3	13.3	-13	0	-28
2019	1	-13	61	—	3	2.9	-13	2	-28
2019	2	-7.5	75	—	4	1.7	-10	5	-27
2019	3	-3.8	43	—	5	2.6	-8	6	-26
2019	4	1.4	32	—	5	294.0	-4	4	-22
2019	5	8.1	35	59	32	302.0	-18	-3	-27
2019	6	12.9	54	156	81	9.2	-32	-10	-36
2019	7	12.9	98	132	69	14.0	-32	-13	-36
2019	8	10.9	105	80	43	137.0	-18	-3	-29
2019	9	8.5	118	55	30	232.0	-11	3	-27
2019	10	1.1	115	2	4	280.0	-8	4	-24
2019	11	-4	70	—	6	113.0	-11	4	-27
2019	12	-3.2	80	—	5	96.5	-6	6	-28
2020	1	-7.3	66	—	4	52.4	-3	7	-29
2020	2	-5.4	51	—	4	50.6	1	10	-30
2020	3	-2.7	49	—	5	85.9	3	12	-28
2020	4	-0.4	53	—	5	253.0	-2	11	-26
2020	5	6.1	78	39	23	599.0	-11	2	-25
2020	6	13.7	36	177	91	31.6	-30	-5	-37
2020	7	16.2	119	130	68	30.2	-23	-3	-32
2020	8	12.7	78	98	52	13.7	-30	-2	-33

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности воды <sup>2</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>3</sup> , мм	Расход воды р.Черная <sup>4</sup> , л/сек	Уровень болотных вод, см		
							Грядово-мочажинный микроландшафт (скв. 205)	Грядово-мочажинный микроландшафт (скв. 206)	Грядово-озерковый микроландшафт (скв. 402)
							Ср. мес.	Сумма за мес.	Сумма за мес.
2020	9	9.7	105	48	27	184.0	-12	5	-25
2020	10	3.9	69	12	9	97.0	-10	6	-24
2020	11	-0.1	69	—	6	180.0	-10	7	-23
2020	12	-8	36	—	4	39.1	-16	5	-27

#### Примечания

1 – Температура воздуха и атмосферные осадки приводятся по данным измерений на метеорологической площадке, расположенной на прилегающем к болоту суходоле, вблизи зданий болотной станции Брусовица.

2 – Испарение с поверхности воды, измеряемое на болотном озерке испарителем ГГИ-3000.

3 – Испарение с поверхности болота (среднее значение для грядово-мочажинного и грядово-озеркового комплексов). Испарение в зимний период рассчитано как испарение со снега в соответствии с Рекомендациями по расчету испарения с поверхности суши [Рекомендации..., 1976]. Испарение за вегетационный период за 1963-1990 гг. получено по данным измерений на грядово-мочажинном и грядово-озерковом микроландшафтах с помощью испарителя ГГИ-Б-1000. В период 1991-2020 гг. ввиду отсутствия данных наблюдений за испарением с торфяной залежи испарение рассчитано по уравнению связи между испарением с воды и испарением с поверхности болота, полученному по ряду данных параллельных наблюдений (1964-1990 гг.).

4 – Водомерный пост расположен в 300 м от окрайки болота, на суходоле. Бассейн реки Черна обширен, в него входит как западная, так и восточная части болота Иласского. Площадь водосбора 8.64 км<sup>2</sup>.

5 – Уровни болотных вод измеряются относительно средней поверхности болота. Скважины 205, 206 – грядово-мочажинный комплекс, скважина 402 – грядово-озерковый комплекс.











Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>2</sup> , мм	Уровень болотных вод <sup>3</sup> , см								
					Скважина								
					1601	1602	1603	1604	1605	1606	1607	1608	
		ср. мес.	сумма за мес.	сумма за мес.	ср. мес.								
1969	11	-0.2	86	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1969	12	-8.8	43	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1970	1	-12.0	29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1970	2	-10.5	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1970	3	-2.2	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1970	4	3.6	76	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1970	5	10.2	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1970	6	15.4	46	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1970	7	17.6	92	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1970	8	15.4	43	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1970	9	9.5	66	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1970	10	3.8	66	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1970	11	-2.9	58	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1970	12	-6.8	33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1971	1	-3.4	49	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1971	2	-10.3	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1971	3	-4.6	59	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1971	4	2.2	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1971	5	10.0	55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1971	6	14.2	57	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1971	7	15.8	41	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1971	8	14.8	64	—	-15	-21	-22	-22	-21	-24	-30	-17	-17
1971	9	8.6	69	—	-5	-13	-16	-15	-14	-15	-21	-6	-6
1971	10	2.5	73	—	-2	-7	-10	-10	-8	-9	-15	-2	-2
1971	11	-2.7	59	—	-1	-9	-10	-10	-8	-7	-12	2	2
1971	12	-6.3	30	—	-2	-13	-14	-14	-12	-12	-15	1	1
1972	1	-15.2	6	—	-13	-24	-24	-24	-22	-18	-21	-7	-7
1972	2	-6.6	17	—	-20	-28	-28	-27	-26	-23	-25	-9	-9
1972	3	-4.7	35	—	-17	-26	-24	-24	-21	-20	-20	-5	-5
1972	4	2.8	94	—	3	3	0	1	2	2	-1	6	6
1972	5	9.8	18	—	-10	-6	-9	-11	-10	-10	-14	-3	-3
1972	6	17.2	30	—	-23	-20	-23	-24	-22	-25	-28	-18	-18
1972	7	20.4	103	—	-26	-26	-39	-28	-26	-31	-35	-22	-22
1972	8	18.6	27	—	-43	-37	-39	-39	-37	-41	-46	-33	-33

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>2</sup> , мм	Уровень болотных вод <sup>3</sup> , см							
					Скважина							
					1601	1602	1603	1604	1605	1606	1607	1608
ср. мес.		сумма за мес.	сумма за мес.	ср. мес.								
1972	9	10.2	33	—	-45	-39	-41	-41	-39	-43	-50	-36
1972	10	2.9	62	—	-24	-27	-30	-30	-26	-32	-41	-23
1972	11	-1.5	65	—	-12	-19	-21	-21	-17	-21	-29	-9
1972	12	-0.3	36	—	-8	-12	-15	-14	-11	-12	-16	-3
1973	1	-9.8	24	—	-20	-29	-26	-26	-27	-22	-22	-7
1973	2	-6.1	40	—	-22	-31	-28	-28	-22	-23	-22	-4
1973	3	-3.0	32	—	-18	-26	-25	-25	-18	-23	-20	-1
1973	4	4.6	50	—	-2	-3	-6	-6	-4	-4	-8	2
1973	5	10.6	41	—	-10	-12	-16	-15	-14	-14	-18	-5
1973	6	16.4	45	—	-21	-24	-26	-27	-24	-26	-29	-20
1973	7	18.6	22	—	-42	-41	-41	прех	прех	-41	-44	-35
1973	8	14.2	48	—	-52	-49	-48	прех	прех	-49	-53	-43
1973	9	6.4	105	—	-16	-26	-26	-29	-26	-28	-36	-15
1973	10	1.8	85	—	-8	-16	-18	-19	-15	-19	-25	-6
1973	11	-3.7	71	—	-7	-13	-15	-15	-13	-13	-15	-2
1973	12	-8.6	44	—	-9	-19	-20	-19	-17	-18	-18	-3
1974	1	-11.3	18	2	-11	-20	-20	-20	-16	-18	-18	-1
1974	2	-1.2	30	5	-8	-20	-18	-18	-14	-16	-18	4
1974	3	-1.6	11	14	-9	-18	-17	-19	-16	-16	-14	4
1974	4	1.0	35	22	0	-4	-6	-6	-6	-4	-7	4
1974	5	6.8	49	92	-6	-9	-11	-10	-10	-10	-12	0
1974	6	15.8	52	109	-16	-20	-20	-20	-20	-22	-23	-12
1974	7	17.9	99	92	-8	-17	-16	-16	-17	-18	-20	-4
1974	8	14.4	103	67	-2	-10	-11	-10	-12	-1	-14	-1
1974	9	11.9	55	44	-3	-11	-14	-12	-10	-12	-16	0
1974	10	6.4	50	23	-2	-10	-12	-10	-9	-8	-14	0
1974	11	0.8	79	5	0	-6	-8	-7	-6	-5	-10	4
1974	12	-1.5	53	10	0	-7	-9	-8	-7	-7	-11	3
1975	1	-3.9	61	3	2	-4	-7	-6	-5	-5	-10	3
1975	2	-7.5	32	3	-4	-9	-12	-12	-11	-11	-14	5
1975	3	-0.2	28	13	1	-4	-8	-7	-6	-4	-8	5
1975	4	5.4	74	26	2	1	-4	-4	-3	-1	-6	4
1975	5	12.7	51	88	-5	-10	-13	-14	-13	-14	-17	-4
1975	6	14.0	100	93	-3	-8	-11	-11	-10	-5	-9	3

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>2</sup> , мм	Уровень болотных вод <sup>3</sup> , см							
					Скважина							
					1601	1602	1603	1604	1605	1606	1607	1608
ср. мес.		сумма за мес.	сумма за мес.	ср. мес.								
1975	7	17.3	62	94	-13	-17	-18	-20	-17	-19	-22	-8
1975	8	14.1	35	70	-27	-26	-27	-29	-27	-28	-32	-21
1975	9	11.9	31	36	-33	-31	-29	-30	-27	-30	-34	-17
1975	10	3.0	37	16	-20	-24	-26	-27	-23	-27	-34	-15
1975	11	-3.0	66	4	-11	-16	-18	-20	-16	-19	-25	-6
1975	12	-4.7	77	2	-6	-14	-16	-18	-14	-15	-18	-4
1976	1	-14.6	36	0	-8	-17	-18	-15	-16	-11	-16	-1
1976	2	-12.5	22	0	-14	-24	-19	-23	-21	-20	-21	-3
1976	3	-4.5	38	8	-10	-19	-14	-20	-16	-17	-19	0
1976	4	2.0	56	23	1	5	0	-2	0	-1	-5	6
1976	5	9.2	27	15	-5	1	-5	-8	-7	-7	-9	2
1976	6	11.5	98	73	-5	-6	-9	-10	-8	-10	-10	1
1976	7	15.4	99	82	-4	-8	-10	-10	-8	-9	-10	1
1976	8	12.7	46	64	-4	-11	-13	-14	-11	-12	-12	0
1976	9	8.0	49	41	-3	-10	-12	-12	-10	-11	-12	-1
1976	10	-2.0	20	13	-5	-13	-16	-16	-13	-13	-15	-1
1976	11	-2.1	36	0	-5	-12	-14	-14	-11	-14	-13	1
1976	12	-5.4	47	1	-7	-14	-15	-15	-12	-12	-11	3
1977	1	-10.2	12	3	-13	-17	-19	-19	-15	-17	-13	6
1977	2	-9.0	57	1	-14	-21	-22	-22	-20	-19	-14	6
1977	3	-4.0	31	5	-8	-14	-13	-14	-9	-13	-8	9
1977	4	4.1	42	21	3	2	0	-2	0	0	0	8
1977	5	11.1	63	63	-1	-4	-8	-8	-7	-7	-9	1
1977	6	14.9	76	91	-4	-10	-12	-12	-12	-11	-13	-1
1977	7	17.5	94	98	-3	-10	-13	-13	-12	-12	-13	-1
1977	8	14.1	67	72	-1	-10	-12	-12	-11	-10	-12	1
1977	9	8.0	112	38	1	-8	-11	-10	-10	-9	-10	1
1977	10	2.6	81	10	3	-4	-7	-6	-6	-3	-6	4
1977	11	1.0	56	6	2	-4	-7	-6	-4	-3	-7	3
1977	12	-9.2	37	2	-4	-11	-14	-15	-12	-11	-13	0
1978	1	-9.3	35	2	-5	-14	-16	-15	-12	-13	-13	1
1978	2	-12.3	32	4	-10	-18	-18	-18	-14	-16	-14	-4
1978	3	-1.8	54	5	0	-6	-7	-8	-4	-7	-6	6
1978	4	1.5	44	22	5	7	2	1	2	2	-1	6

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>2</sup> , мм	Уровень болотных вод <sup>3</sup> , см							
					Скважина							
					1601	1602	1603	1604	1605	1606	1607	1608
ср. мес.		сумма за мес.	сумма за мес.	ср. мес.								
1978	5	9.7	4	93	-9	-7	-12	-13	-12	-13	-15	-5
1978	6	13.5	78	86	-17	-18	-22	-24	-21	-24	-28	-17
1978	7	15.3	52	81	-20	-23	-27	-29	-25	-30	-35	-20
1978	8	13.6	108	54	-11	-17	-20	-21	-18	-22	-26	-10
1978	9	8.6	78	32	-4	-11	-14	-14	-11	-13	-15	-2
1978	10	2.2	55	15	-12	-9	-11	-10	-8	-9	-10	1
1978	11	0.9	75	6	2	-5	-7	-6	-4	-4	-7	3
1978	12	-18.8	32	0	-4	-10	-13	-12	-11	-11	-10	4
1979	1	-12.0	27	1	-9	-16	-21	-20	-16	-15	-16	2
1979	2	-12.2	20	0	-14	-18	-22	-22	-19	-19	-16	-2
1979	3	-1.8	19	11	-2	-11	-14	-14	-11	-12	-10	6
1979	4	1.4	27	14	1	1	-2	-1	-2	0	-4	6
1979	5	13.2	40	115	-5	-6	-9	-9	-8	-9	-11	0
1979	6	15.6	49	107	-20	-22	-24	-24	-22	-25	-27	-16
1979	7	15.7	151	77	-7	-14	-17	-17	-15	-19	-22	-6
1979	8	15.6	67	74	-4	-12	-14	-13	-11	-14	-17	-4
1979	9	9.2	66	47	-3	-13	-14	-14	-12	-16	-17	-3
1979	10	2.8	55	18	0	-9	-10	-9	-8	-9	-12	0
1979	11	-0.8	60	4	0	-9	-10	-10	-8	-9	-11	3
1979	12	-5.6	29	3	0	-9	-12	-10	-11	-9	-11	4
1980	1	-11.8	37	1	-6	-17	-18	-17	-18	-16	-14	2
1980	2	-8.4	41	2	-10	-19	-20	-21	-20	-18	-15	-2
1980	3	-7.1	9	12	-11	-22	-21	-20	-18	-18	-14	-3
1980	4	4.6	17	25	3	-2	-4	-3	-1	-4	-7	4
1980	5	6.8	52	56	-4	-5	-7	-5	-5	-6	-9	0
1980	6	17.8	30	103	-21	-20	-22	-23	-21	-24	-27	-17
1980	7	15.8	64	80	-23	-25	-27	-27	-24	-29	-33	-21
1980	8	14.1	92	57	-17	-23	-26	-25	-21	-28	-31	-18
1980	9	9.5	34	38	-8	-17	-19	-19	-15	-21	-24	-9
1980	10	4.5	60	20	-7	-16	-17	-17	-14	-19	-21	-7
1980	11	-3.6	84	5	-4	-11	-12	-14	-13	-14	-17	-4
1980	12	-5.1	81	2	-3	-8	-11	-10	-8	-8	-12	0
1981	1	-6.2	57	4	-3	-10	-12	-12	-10	-11	-14	2
1981	2	-6.9	32	4	-5	-12	-13	-13	-11	-12	-17	-4

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>2</sup> , мм	Уровень болотных вод <sup>3</sup> , см							
					Скважина							
					1601	1602	1603	1604	1605	1606	1607	1608
ср. мес.		сумма за мес.	сумма за мес.	ср. мес.								
1981	3	-7.0	37	8	-4	-10	-12	-12	-8	-12	-10	3
1981	4	1.0	19	22	2	2	-2	-2	1	0	-4	7
1981	5	11.5	53	85	-8	-6	-10	-11	-9	-10	-12	-2
1981	6	16.0	70	109	-6	-9	-13	-13	-10	-13	-14	-1
1981	7	19.3	69	112	-19	-20	-23	-23	-19	-23	-23	-8
1981	8	15.0	83	62	-16	-21	-23	-22	-18	-21	-23	-6
1981	9	9.8	71	27	-6	-12	-14	-13	-9	-11	-12	1
1981	10	7.1	141	16	-2	-6	-8	-7	-4	-3	-7	3
1981	11	-1.4	61	5	-3	-6	-9	-7	-5	-4	-8	4
1981	12	-6.4	61	2	-3	-10	-12	-11	-8	-7	-8	3
1982	1	-13.5	43	0	-6	-14	-15	-12	-10	-10	-10	3
1982	2	-9.1	19	1	-7	-16	-17	-16	-13	-11	-11	3
1982	3	-1.7	25	12	-4	-12	-13	-11	-7	-7	-8	4
1982	4	3.2	36	24	1	2	-2	-1	2	5	-2	6
1982	5	10.2	46	71	-4	-5	-8	-8	-6	-5	-7	4
1982	6	11.3	87	80	-6	-9	-11	-10	-8	-8	-9	2
1982	7	16.4	63	86	-11	-12	-15	-14	-11	-12	-13	-1
1982	8	14.5	94	69	-19	-17	-19	-19	-17	-19	-20	-5
1982	9	9.9	94	41	-5	-8	-11	-10	-8	-9	-11	1
1982	10	3.8	57	15	-5	-5	-8	-8	-6	-6	-10	2
1982	11	2.3	58	9	-3	-3	-6	-6	-4	-4	-8	3
1982	12	-2.1	78	3	-3	-4	-7	-7	-6	-5	-10	3
1983	1	-4.5	61	2	-4	-4	-6	-6	-6	-4	-7	6
1983	2	-10.4	16	2	-6	-9	-11	-10	-8	-8	-8	7
1983	3	-3.3	51	2	-3	-7	-9	-10	-7	-7	-8	13
1983	4	6.6	36	25	-2	2	-4	-2	0	0	-7	3
1983	5	13.4	68	67	-5	-4	-7	-7	-6	-6	-9	2
1983	6	13.5	75	77	-7	-10	-13	-12	-10	-12	-13	1
1983	7	17.1	91	83	-8	-13	-15	-13	-12	-13	-14	1
1983	8	14.8	67	78	-8	-13	-15	-14	-11	-13	-13	1
1983	9	11.2	83	36	-4	-10	-12	-10	-8	-9	-10	3
1983	10	4.8	128	18	0	-1	-5	-3	-2	0	-6	5
1983	11	-1.9	109	5	0	-2	-6	-5	-4	-2	-6	6
1983	12	-3.9	81	4	0	-1	-4	-4	-3	0	-5	6

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °C	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>2</sup> , мм	Уровень болотных вод <sup>3</sup> , см							
					Скважина							
					1601	1602	1603	1604	1605	1606	1607	1608
ср. мес.		сумма за мес.	сумма за мес.	ср. мес.								
1984	1	-4.8	34	6	0	-1	-5	-6	-4	-2	-5	5
1984	2	-8.3	5	9	-2	-5	-9	-10	-8	-7	-6	8
1984	3	-4.5	18	7	-5	-8	-12	-12	-10	-9	-6	10
1984	4	5.3	4	34	3	8	2	2	4	4	1	11
1984	5	13.7	46	56	-5	-3	-6	-7	-6	-6	-8	4
1984	6	13.8	68	88	-14	-11	-15	-15	-14	-16	-16	0
1984	7	16.2	99	87	-11	-15	-17	-17	-15	-17	-16	0
1984	8	13.7	60	63	-8	-15	-16	-16	-14	-15	-13	2
1984	9	10.2	108	28	-2	-9	-10	-10	-8	-8	-8	5
1984	10	6.0	111	19	0	-3	-4	-4	-3	1	-3	6
1984	11	-3.1	32	0	-2	-4	-6	-5	-6	-1	-3	10
1984	12	-8.4	38	3	-5	-10	-10	-8	-9	-7	-4	6
1985	1	-16.4	43	1	-26	-27	-24	-21	-28	-21	-9	-15
1985	2	-17.3	24	4	-28	-31	-29	-26	-32	-21	-9	-25
1985	3	-2.2	26	15	-26	-29	-30	-22	-28	-20	-9	-21
1985	4	1.5	39	17	-10	-4	-5	-4	-5	-5	-1	-2
1985	5	10.6	28	72	-21	-12	-14	-14	-15	-14	-10	-12
1985	6	13.0	98	75	-22	-18	-18	-18	-18	-19	-13	-14
1985	7	15.3	73	78	-21	-17	-17	-16	-17	-16	-11	-12
1985	8	17.8	67	76	-22	-21	-20	-19	-19	-20	-13	-13
1985	9	9.1	70	38	-19	-19	-18	-17	-17	-17	-11	-12
1985	10	5.8	72	15	-17	-15	-15	-14	-14	-13	-9	-10
1985	11	-3.8	56	3	-16	-13	-13	-12	-13	-11	-7	-9
1985	12	-9.3	61	0	-20	-18	-16	-16	-18	-15	-9	-8
1986	1	-8.3	59	1	-19	-20	-17	-16	-18	-16	-9	-7
1986	2	-14.5	10	4	-28	-23	-20	-18	-19	-17	-9	-16
1986	3	-0.9	37	14	-16	-20	-15	-13	-14	-15	-4	-9
1986	4	4.3	41	30	-13	-5	-5	-6	-7	-6	-3	-8
1986	5	10.9	34	61	-22	-14	-16	-17	-17	-17	-11	-13
1986	6	16.9	49	93	-36	-28	-28	-29	-30	-30	-23	-25
1986	7	17.1	77	94	-32	-28	-27	-28	-29	-31	-24	-21
1986	8	13.8	69	61	-43	-35	-33	-35	-34	-37	-31	-26
1986	9	6.5	131	27	-20	-15	-16	-17	-17	-15	-11	-12
1986	10	3.5	45	19	-19	-15	-16	-17	-17	-15	-10	-12

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °C	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>2</sup> , мм	Уровень болотных вод <sup>3</sup> , см								
					Скважина								
					1601	1602	1603	1604	1605	1606	1607	1608	
ср. мес.		сумма за мес.		сумма за мес.		ср. мес.							
1986	11	1.4	54	7	-18	-15	-16	-17	-17	-15	-10	-11	
1986	12	-10.2	52	2	-21	-17	-18	-19	-18	-17	-11	-11	
1987	1	-21.9	18	0	-33	-25	-23	-25	-25	-23	-14	-14	
1987	2	-6.8	40	3	-27	-26	-24	-25	-25	-24	-15	-8	
1987	3	-6.4	14	10	-33	-28	-23	-24	-26	-24	-15	-11	
1987	4	1.5	29	23	-15	-6	-8	-9	-9	-9	-5	-8	
1987	5	10.2	80	71	-23	-11	-13	-15	-15	-13	-9	-12	
1987	6	15.1	124	71	-24	-14	-16	-17	-17	-16	-11	-13	
1987	7	15.3	108	89	-23	-12	-14	-15	-16	-14	-9	-12	
1987	8	13.2	80	60	-18	-13	-15	-13	-14	-14	-10	-13	
1987	9	8.4	79	28	-16	-11	-14	-12	-12	-12	-9	-12	
1987	10	4.4	2	23	-21	-17	-19	-17	-18	-18	-13	-15	
1987	11	-5.0	60	3	-20	-19	-21	-19	-19	-21	-13	-14	
1987	12	-8.8	43	1	-19	-18	-19	-17	-17	-17	-12	-13	
1988	1	-7.4	23	3	-18	-16	-17	-15	-16	-15	-10	-10	
1988	2	-6.5	33	5	-23	-22	-22	-20	-20	-21	-14	-12	
1988	3	-1.1	33	13	-20	-20	-19	-18	-17	-19	-11	-10	
1988	4	2.8	30	29	-17	-6	-8	-8	-8	-8	-6	-12	
1988	5	12.9	62	86	-28	-18	-20	-21	-19	-19	-16	-21	
1988	6	17.6	72	90	-23	-16	-18	-16	-16	-16	-13	-17	
1988	7	19.7	153	95	-21	-13	-15	-13	-14	-14	-11	-14	
1988	8	14.7	107	53	-19	-11	-14	-11	-13	-12	-10	-13	
1988	9	10.6	66	36	-19	-13	-15	-12	-14	-13	-11	-14	
1988	10	4.4	59	20	-19	-13	-15	-13	-14	-13	-10	-14	
1988	11	-5.8	36	5	-20	-14	-16	-15	-16	-15	-11	-12	
1988	12	-8.4	56	4	-21	-15	-17	-17	-17	-17	-12	-13	
1989	1	-2.7	62	1	-18	-11	-14	-15	-14	-14	-10	-9	
1989	2	-1.3	31	7	-17	-8	-8	-11	-9	-10	-7	-5	
1989	3	1.3	48	9	-13	-4	-5	-10	-7	-7	-4	-2	
1989	4	6.2	23	31	-17	-5	-8	-11	-10	-11	-7	-6	
1989	5	11.6	31	88	-23	-15	-16	-19	-19	-19	-13	-13	
1989	6	18.5	75	75	-34	-24	-24	-27	-27	-29	-23	-22	
1989	7	17.5	45	59	-40	-31	-31	-33	-33	-36	-30	-28	
1989	8	15.0	119	31	-30	-25	-25	-27	-26	-29	-25	-19	

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>2</sup> , мм	Уровень болотных вод <sup>3</sup> , см								
					Скважина								
					1601	1602	1603	1604	1605	1606	1607	1608	
ср. мес.		сумма за мес.		сумма за мес.		ср. мес.							
1989	9	11.5	18	11	-25	-23	-22	-23	-23	-25	-17	-14	
1989	10	4.3	90	18	-18	-16	-17	-18	-17	-19	-15	-12	
1989	11	-2.6	39	9	-18	-13	-15	-16	-15	-15	-13	-11	
1989	12	-7.1	50	1	-20	-19	-18	-20	-18	-18	-14	-8	
1990	1	-7.7	62	3	-20	-20	-19	-20	-17	-19	-12	-2	
1990	2	0.6	64	5	-12	-4	-5	-8	-6	-7	-3	2	
1990	3	0.4	67	13	-12	-2	-5	-6	-7	-9	-6	-4	
1990	4	6.5	32	31	-16	-6	-10	-10	-11	-12	-10	-8	
1990	5	8.3	46	65	-23	-15	-18	-17	-18	-20	-15	-14	
1990	6	13.5	18	78	-31	-24	-26	-25	-27	-28	-23	-23	
1990	7	16.2	73	67	-33	-26	-28	-27	-28	-31	-27	-23	
1990	8	14.8	129	50	-23	-19	-21	-19	-21	-23	-19	-16	
1990	9	7.8	88	13	-16	-11	-14	-11	-12	-12	-10	-10	
1990	10	4.3	54	8	-15	-9	-12	-10	-11	-12	-11	-9	
1990	11	-2.8	67	8	-14	-10	-12	-10	-12	-12	-10	-8	
1990	12	-3.7	30	4	-16	-13	-15	-13	-15	-15	-9	-9	
1991	1	-6.9	56	3	-17	-14	-17	-13	-15	-16	-6	-9	
1991	2	-7.7	45	3	-17	-14	-15	-13	-14	-16	-2	-8	
1991	3	-2.3	59	12	-18	-13	-11	-9	-9	-12	2	-9	
1991	4	4.5	34	31	-13	0	-6	-4	-7	-8	-4	-5	
1991	5	10.0	86	53	-19	-8	-13	-11	-13	-13	-10	-10	
1991	6	15.8	138	63	-16	-7	-11	-9	-10	-11	-8	-9	
1991	7	16.7	83	85	-19	-12	-15	-12	-14	-13	-9	-11	
1991	8	15.2	76	55	-18	-13	-14	-11	-14	-12	-8	-10	
1991	9	9.5	78	29	-15	-11	-13	-10	-12	-11	-7	-6	
1991	10	5.1	56	17	-12	-9	-10	-7	-9	-8	-5	-3	
1991	11	1.9	78	7	-12	-9	-10	-8	-9	-8	-4	-2	
1991	12	-3.6	57	4	-13	-9	-11	-8	-10	-9	-5	-2	
1992	1	-6.3	77	0	-12	-9	-10	-7	-9	-9	-4	-3	
1992	2	-4.2	27	0	-14	-11	-13	-10	-12	-12	-7	-6	
1992	3	0.6	39	14	-11	-8	-10	-5	-8	-8	-4	-1	
1992	4	2.8	42	19	-11	0	-6	-4	-6	-5	-2	-2	
1992	5	10.7	79	68	-14	-5	-9	-7	-9	-8	-4	-4	
1992	6	15.2	44	98	-31	-21	-23	-22	-26	-26	-20	-21	

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>2</sup> , мм	Уровень болотных вод <sup>3</sup> , см							
					Скважина							
					1601	1602	1603	1604	1605	1606	1607	1608
ср. мес.		сумма за мес.	сумма за мес.	ср. мес.								
1992	7	17.1	38	89	-40	-31	-32	-32	-35	-37	-33	-34
1992	8	15.8	75	57	-46	-36	-38	-36	-38	-42	-38	-34
1992	9	-	87	29	-24	-19	-21	-20	-22	-26	-25	-17
1992	10	0.0	45	12	-23	-18	-20	-17	-18	-21	-19	-14
1992	11	-5.0	53	1	-20	-17	-19	-15	-17	-18	-15	-9
1992	12	-3.1	58	1	-18	-15	-17	-13	-14	-16	-13	-8
1993	1	-5.0	63	1	-19	-17	-18	-14	-15	-17	-13	-9
1993	2	-4.8	44	7	-19	-16	-16	-13	-14	-15	-13	-9
1993	3	-2.9	50	7	-16	-13	-14	-11	-11	-12	-11	-5
1993	4	2.9	75	19	-9	3	-3	-1	-3	-8	-3	-3
1993	5	13.0	19	76	-22	-6	-11	-11	-13	-14	-11	-11
1993	6	12.2	33	53	-30	-16	-19	-17	-21	-23	-17	-14
1993	7	15.9	115	52	-26	-18	-22	-18	-22	-25	-21	-17
1993	8	13.7	172	42	-15	-8	-10	-8	-10	-12	-8	-9
1993	9	5.7	24	22	-17	-10	-12	-10	-10	-12	-8	-9
1993	10	3.0	77	10	-16	-11	-13	-9	-10	-13	-7	-8
1993	11	-8.6	3	3	-24	-18	-17	-14	-17	-18	-9	-15
1993	12	-5.4	55	2	-35	-29	-21	-17	-25	-21	-10	-16
1994	1	-5.4	40	1	-28	-20	-17	-14	-15	-18	-10	-12
1994	2	-13.5	9	2	-29	-23	-18	-14	-16	-20	-11	-15
1994	3	-3.7	59	6	-13	-6	-7	-5	-5	-10	1	-4
1994	4	6.2	43	33	-12	2	-2	-1	-2	-7	2	-3
1994	5	8.3	67	64	-23	-8	-12	-10	-11	-14	-7	-11
1994	6	13.7	80	78	-21	-10	-13	-11	-13	-15	-8	-11
1994	7	17.7	85	100	-26	-18	-22	-19	-22	-21	-16	-17
1994	8	14.2	109	62	-23	-16	-19	-16	-18	-17	-11	-13
1994	9	11.9	94	62	-18	-12	-14	-12	-13	-13	-9	-9
1994	10	4.2	53	16	-17	-12	-14	-11	-13	-13	-8	-8
1994	11	-4.2	49	3	-17	-14	-15	-13	-14	-15	-7	-7
1994	12	-6.5	33	0	-17	-15	-15	-14	-14	-17	-7	-8
1995	1	-6.4	57	2	-18	-16	-17	-16	-14	-15	-3	-3
1995	2	-1.7	50	3	-13	-12	-12	-10	-9	-12	1	2
1995	3	0.0	43	12	-12	-10	-8	-8	-8	-9	3	-1
1995	4	4.0	45	20	-13	-4	-6	-7	-9	-10	-1	-5

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °C	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>2</sup> , мм	Уровень болотных вод <sup>3</sup> , см								
					Скважина								
					1601	1602	1603	1604	1605	1606	1607	1608	
ср. мес.		сумма за мес.		сумма за мес.		ср. мес.							
1995	5	11.4	63	60	-19	-7	-11	-12	-14	-14	-6	-10	
1995	6	18.5	56	91	-24	-19	-21	-21	-26	-26	-17	-18	
1995	7	15.4	63	86	-25	-24	-25	-25	-30	-31	-22	-20	
1995	8	15.1	53	68	-31	-29	-27	-27	-33	-33	-26	-24	
1995	9	24.7	61	36	-25	-25	-24	-23	-28	-30	-23	-19	
1995	10	6.4	87	19	-18	-16	-15	-14	-19	-18	-11	-14	
1995	11	-4.9	83	1	-19	-16	-16	-15	-18	-18	-12	-12	
1995	12	-12.2	30	1	-20	-18	-18	-17	-21	-21	-13	-13	
1996	1	-9.8	20	3	-22	-21	-20	-20	-24	-24	-15	-13	
1996	2	-12.3	33	2	-26	-23	-23	-22	-27	-26	-18	-14	
1996	3	-4.8	4	11	-24	-25	-26	-24	-27	-26	-19	-16	
1996	4	3.1	22	25	-16	-11	-12	-12	-16	-15	-9	-9	
1996	5	10.9	42	60	-23	-13	-15	-15	-19	-19	-11	-13	
1996	6	14.7	39	91	-35	-25	-27	-28	-32	-31	-24	-25	
1996	7	15.9	80	86	-32	-26	-28	-30	-34	-34	-29	-27	
1996	8	15.7	19	68	-48	-36	-38	-38	-42	-42	-38	-35	
1996	9	7.3	23	36	-56	-44	-44	-44	-48	-48	-46	-42	
1996	10	4.5	63	19	-31	-28	-28	-27	-30	-32	-30	-25	
1996	11	2.8	90	5	-22	-18	-18	-17	-21	-21	-19	-20	
1996	12	-7.8	59	0	-21	-16	-16	-15	-19	-18	-14	-17	
1997	1	-8.6	61	2	-24	-20	-20	-19	-22	-22	-16	-15	
1997	2	-5.4	40	3	-21	-17	-17	-16	-19	-19	-15	-13	
1997	3	-2.6	33	12	-19	-12	-10	-11	-15	-14	-8	-12	
1997	4	2.1	45	22	-16	-9	-9	-12	-15	-13	-9	-12	
1997	5	8.1	65	54	-18	-10	-10	-12	-15	-14	-9	-13	
1997	6	16.2	91	81	-20	-15	-16	-16	-20	-19	-13	-16	
1997	7	17.9	11	91	-43	-31	-30	-30	-35	-34	-25	-27	
1997	8	17.1	32	77	-57	-41	-41	-41	-41	-44	-37	-38	
1997	9	8.0	91	34	-45	-34	-33	-34	-40	-39	-34	-30	
1997	10	2.0	95	13	-21	-16	-16	-16	-20	-20	-18	-16	
1997	11	-2.3	96	2	-18	-13	-12	-13	-17	-15	-13	-11	
1997	12	-8.3	48	1	-21	-17	-17	-17	-22	-20	-15	-5	
1998	1	-4.2	48	1	-21	-17	-18	-15	-21	-21	-15	-2	
1998	2	-10.9	50	0	-20	-16	-16	-14	-20	-19	-11	-1	

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>2</sup> , мм	Уровень болотных вод <sup>3</sup> , см							
					Скважина							
					1601	1602	1603	1604	1605	1606	1607	1608
ср. мес.		сумма за мес.	сумма за мес.	ср. мес.								
1998	3	-4.6	51	11	-19	-14	-13	-14	-16	-16	-3	2
1998	4	2.5	20	27	-17	-9	-10	-10	-15	-14	-3	-1
1998	5	11.6	87	69	-18	-5	-8	-11	-18	-17	-14	-14
1998	6	17.4	119	81	-21	-12	-12	-13	-19	-17	-17	-16
1998	7	17.1	119	59	-17	-8	-10	-9	-14	-13	-13	-12
1998	8	13.3	70	44	-19	-13	-12	-11	-17	-15	-13	-13
1998	9	9.9	51	35	-18	-16	-16	-14	-19	-18	-15	-16
1998	10	4.7	57	10	-16	-10	-13	-11	-16	-14	-12	-15
1998	11	-8.9	30	0	-19	-13	-14	-13	-17	-16	-10	-13
1998	12	-6.7	61	0	-18	-12	-14	-13	-18	-16	-9	-11
1999	1	-9.1	76	0	-15	-11	-10	-10	-15	-13	-6	-8
1999	2	-9.7	33	1	-21	-13	-8	-8	-14	-13	-11	-12
1999	3	-1.6	22	10	-14	-10	-9	-10	-13	-13	-9	-13
1999	4	7.5	47	30	-9	2	-4	-6	-10	-9	-4	-10
1999	5	6.4	25	62	-20	-10	-13	-14	-17	-18	-13	-15
1999	6	21.0	18	127	-40	-28	-30	-31	-35	-35	-28	-33
1999	7	19.3	31	119	-61	-44	-49	-50	-54	-53	-47	-48
1999	8	14.0	57	88	-62	-48	-52	-50	-55	-55	-48	-44
1999	9	10.8	30	41	-62	-48	-52	-50	-54	-55	-49	-40
1999	10	6.1	74	—	-40	-34	-36	-35	-38	-41	-36	-23
1999	11	-4.2	56	—	-34	-29	-29	-28	-31	-34	-29	-17
1999	12	-2.5	101	—	-24	-19	-19	-17	-22	-22	-17	-12
2000	1	-6.6	59	—	-25	-20	-20	-18	-23	-23	-16	-12
2000	2	-4.4	33	—	-25	-19	-20	-19	-22	-22	-16	-13
2000	3	-1.7	43	—	-20	-18	-17	-17	-21	-21	-17	-14
2000	4	7.9	43	—	-18	-10	-11	-12	-16	-15	-11	-15
2000	5	9.7	53	82	-28	-20	-21	-21	-23	-24	-19	-21
2000	6	15.3	77	100	-31	-25	-27	-27	-30	-30	-27	-28
2000	7	18.1	148	60	-22	-15	-18	-19	-22	-21	-20	-22
2000	8	14.6	53	56	-26	-19	-21	-20	-23	-24	-20	-22
2000	9	8.2	100	30	-18	-11	-14	-15	-17	-16	-14	-17
2000	10	6.6	71	—	-18	-13	-16	-16	-19	-18	-15	-18
2000	11	0.2	42	—	-17	-12	-15	-16	-18	-16	-15	-18
2000	12	-4.0	66	—	-17	-10	-14	-15	-18	-16	-14	-16

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>2</sup> , мм	Уровень болотных вод <sup>3</sup> , см							
					Скважина							
					1601	1602	1603	1604	1605	1606	1607	1608
ср. мес.		сумма за мес.	сумма за мес.	ср. мес.								
2001	1	-4.9	40	—	-18	-17	-20	-19	-22	-21	-16	-19
2001	2	-10.0	54	—	-20	-17	-20	-19	-21	-20	-15	-14
2001	3	-5.5	49	—	-17	-10	-15	-15	-17	-16	-10	-10
2001	4	9.1	37	—	-15	-4	-10	-11	-15	-13	-10	-11
2001	5	9.4	49	66	-24	-13	-19	-19	-22	-22	-19	-18
2001	6	15.2	73	77	-24	-15	-18	-18	-23	-22	-17	-17
2001	7	21.1	45	109	-40	-26	-29	-30	-34	-34	-27	-28
2001	8	14.4	74	68	-37	-26	-28	-29	-33	-34	-29	-26
2001	9	11.0	68	39	-32	-23	-26	-26	-30	-31	-27	-22
2001	10	4.3	82	—	-20	-13	-16	-16	-19	-19	-16	-14
2001	11	-2.5	111	—	-18	-9	-13	-14	-17	-15	-14	-11
2001	12	-12.0	46	—	-22	-18	-20	-21	-24	-22	-17	-15
2002	1	-6.8	52	—	-21	-15	-19	-18	-21	-19	-13	-10
2002	2	-2.0	63	—	-19	-6	-9	-10	-13	-12	-4	-6
2002	3	0.0	56	—	-15	-7	-10	-10	-14	-13	-5	-4
2002	4	5.4	14	—	-19	-7	-12	-13	-17	-14	-13	-11
2002	5	10.8	45	91	-28	-14	-19	-20	-24	-23	-19	-19
2002	6	14.5	81	85	-31	-19	-23	-24	-29	-29	-26	-24
2002	7	20.1	21	107	-41	-27	-30	-32	-37	-37	-33	-32
2002	8	16.0	10	82	-65	-44	-46	-47	-53	-52	-48	-46
2002	9	9.4	38	37	-68	-45	-48	-49	-55	-54	-51	-47
2002	10	-0.2	55	—	-41	-29	-33	-33	-38	-40	-38	-28
2002	11	-4.6	76	—	-33	-22	-26	-26	-30	-32	-31	-24
2002	12	-14.3	41	—	-35	-27	-29	-29	-34	-32	-30	-27
2003	1	-11.7	46	—	-37	-27	-29	-29	-33	-34	-29	-23
2003	2	-7.4	11	—	-38	-27	-29	-29	-33	-32	-28	-24
2003	3	-3.0	28	—	-31	-23	-26	-26	-31	-30	-24	-21
2003	4	2.7	27	—	-20	-10	-12	-14	-19	-18	-13	-15
2003	5	12.4	56	71	-25	-12	-15	-16	-21	-21	-17	-18
2003	6	11.9	79	64	-32	-21	-23	-24	-27	-29	-25	-27
2003	7	20.2	108	76	-25	-18	-21	-22	-24	-27	-25	-25
2003	8	15.3	147	48	-30	-21	-23	-24	-27	-29	-25	-25
2003	9	10.5	45	35	-21	-13	-16	-17	-19	-21	-17	-21
2003	10	4.0	104	—	-17	-9	-13	-15	-17	-17	-16	-19

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>2</sup> , мм	Уровень болотных вод <sup>3</sup> , см							
					Скважина							
					1601	1602	1603	1604	1605	1606	1607	1608
ср. мес.		сумма за мес.	сумма за мес.	ср. мес.								
2003	11	0.5	57	—	-21	-11	-14	-16	-18	-19	-17	-20
2003	12	-2.5	114	—	-20	-11	-14	-17	-19	-19	-17	-20
2004	1	-11.1	29	—	-24	-15	-17	-18	-20	-22	-17	-17
2004	2	-7.9	46	—	-23	-16	-18	-19	-21	-22	-18	-14
2004	3	-1.4	47	—	-20	-12	-14	-14	-16	-17	-15	-12
2004	4	3.0	24	—	-16	-4	-9	-12	-13	-14	-11	-15
2004	5	9.8	65	65	-22	-9	-15	-16	-18	-19	-15	-18
2004	6	14.2	99	74	-22	-12	-16	-16	-18	-20	-15	-19
2004	7	17.7	155	71	-17	-10	-14	-15	-16	-17	-13	-18
2004	8	15.8	117	50	-18	-12	-15	-15	-17	-18	-14	-18
2004	9	11.8	86	32	-16	-10	-14	-14	-16	-17	-12	-17
2004	10	4.6	63	0	-15	-9	-11	-13	-14	-15	-11	-16
2004	11	-2.1	88	—	-15	-9	-12	-12	-14	-15	-11	-15
2004	12	-3.0	73	—	-15	-8	-11	-12	-15	-16	-11	-17
2005	1	-3.4	81	—	-15	-7	-9	-11	-13	-15	-9	-16
2005	2	-9.2	15	—	-19	-11	-14	-15	-16	-18	-12	-12
2005	3	-7.4	32	—	-18	-14	-15	-15	-18	-19	-12	-10
2005	4	4.6	86	—	-11	-1	-7	-9	-11	-12	-6	-12
2005	5	11.3	81	53	-13	-2	-7	-10	-14	-14	-9	-15
2005	6	14.8	75	59	-20	-11	-10	-14	-17	-18	-14	-18
2005	7	18.2	55	83	-39	-24	-23	-25	-29	-32	-26	-27
2005	8	16.2	41	62	-45	-29	-30	-30	-34	-37	-30	-29
2005	9	11.7	75	36	-34	-24	-25	-25	-26	-31	-25	-25
2005	10	5.5	31	19	-32	-23	-24	-24	-24	-28	-21	-22
2005	11	1.6	50	10	-21	-15	-16	-17	-16	-20	-15	-19
2005	12	-5.8	71	6	-22	-16	-17	-17	-16	-21	-14	-17
2006	1	-9.5	43	6	-24	-19	-19	-20	-19	-24	-16	-19
2006	2	-15.1	21	5	-27	-21	-21	-21	-22	-26	-17	-17
2006	3	-6.4	26	13	-25	-21	-20	-20	-20	-25	-18	-17
2006	4	4.3	60	30	-14	-5	-8	-10	-12	-13	-7	-14
2006	5	10.6	61	68	-25	-14	-16	-18	-19	-22	-15	-21
2006	6	16.2	49	91	-14	-18	-18	-20	-22	-24	-16	-20
2006	7	16.9	23	87	-57	-37	-38	-42	-47	-50	-45	-40
2006	8	16.6	54	63	-66	-45	-46	-49	-54	-55	-45	-43

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °C	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>2</sup> , мм	Уровень болотных вод <sup>3</sup> , см								
					Скважина								
					1601	1602	1603	1604	1605	1606	1607	1608	
ср. мес.		сумма за мес.		сумма за мес.		ср. мес.							
2006	9	12.1	54	29	-47	-33	-35	-38	-44	-46	-37	-30	
2006	10	6.1	115	8	-31	-20	-23	-25	-30	-33	-56	-21	
2006	11	-0.1	68	5	-23	-12	-13	-17	-21	-23	-14	-16	
2006	12	1.0	74	8	-23	-11	-12	-16	-21	-21	-13	-15	
2007	1	-4.7	70	6	-21	-9	-11	-15	-21	-20	-11	-12	
2007	2	-15.0	25	7	-29	-16	-18	-20	-26	-25	-15	-9	
2007	3	3.4	29	22	-21	-9	-11	-15	-20	-19	-10	-10	
2007	4	4.3	45	31	-23	-11	-13	-15	-20	-21	-12	-14	
2007	5	12.4	51	76	-27	-14	-16	-18	-24	-25	-15	-16	
2007	6	14.5	49	86	-40	-24	-24	-26	-34	-33	-24	-21	
2007	7	17.0	118	68	-34	-21	-22	-24	-32	-32	-23	-19	
2007	8	17.9	103	72	-32	-18	-21	-23	-29	-30	-20	-19	
2007	9	10.8	32	36	-24	-13	-15	-18	-25	-24	-14	-15	
2007	10	-3.2	49	12	-23	-13	-15	-18	-25	-24	-15	-14	
2007	11	-3.2	60	7	-23	-13	-16	-18	-22	-23	-12	-13	
2007	12	-1.6	34	7	-21	-11	-14	-16	-22	-22	-12	-12	
2008	1	-4.4	38	7	-25	-14	-17	-20	-25	-25	-14	-12	
2008	2	-2.4	94	7	-20	-12	-13	-17	-22	-21	-9	-6	
2008	3	-0.6	41	15	-17	-8	-9	-12	-16	-16	-2	-1	
2008	4	6.1	56	41	-14	0	-5	-10	-17	-16	-8	-11	
2008	5	9.8	22	75	-29	-12	-16	-20	-28	-27	-17	-17	
2008	6	13.7	98	74	-30	-17	-18	-21	-29	-29	-22	-17	
2008	7	16.7	67	69	-30	-17	-18	-20	-28	-27	-18	-15	
2008	8	15.1	112	50	-28	-16	-18	-19	-26	-26	-15	-15	
2008	9	9.3	33	32	-25	-14	-15	-18	-24	-24	-14	-13	
2008	10	7.3	78	12	-21	-9	-11	-15	-22	-20	-12	-11	
2008	11	1.3	54	10	-20	-10	-12	-15	-22	-21	-11	-12	
2008	12	-2.5	42	5	-22	-10	-12	-5	-23	-21	-11	-9	
2009	1	-6.0	62	6	-23	-13	-14	-17	-24	-23	-12	-10	
2009	2	-4.8	40	4	-23	-13	-14	-17	-24	-23	-12	-9	
2009	3	-2.2	37	13	-22	-13	-14	-17	-24	-23	-12	-9	
2009	4	3.0	36	38	-16	-5	-6	-10	-16	-16	-5	-6	
2009	5	11.5	61	75	-22	-8	-10	-14	-21	-20	-10	-11	
2009	6	15.1	114	68	-23	-9	-12	-15	-23	-21	-12	-13	











Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>2</sup> , мм	Уровень болотных вод <sup>3</sup> , см								
					Скважина								
					1601	1602	1603	1604	1605	1606	1607	1608	
		ср. мес.	сумма за мес.	сумма за мес.	ср. мес.								
2023	9	14.1	36	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2023	10	3.1	139	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2023	11	-1.9	105	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2023	12	-6.9	75	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2024	1	-12.4	42	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2024	2	-6.6	76	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2024	3	1.4	36	19	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2024	4	6.1	52	29	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2024	5	11.0	26	—	-11	—	—	-8	—	—	—	—	—
2024	6	18.0	65	—	-25	—	—	-16	—	—	—	—	—
2024	7	19.6	97	—	-30	—	—	-19	—	—	—	—	—
2024	8	16.6	66	—	-16	—	—	-15	—	—	—	—	—
2024	9	14.9	24	—	-35	—	—	-24	—	—	—	—	—
2024	10	5.8	67	13	-13	—	—	-15	—	—	—	—	—
2024	11	1.0	77	4	—	—	—	-9	—	—	—	—	—
2024	12	-3.0	73	5	—	—	—	-8	—	—	—	—	—

#### Примечания

1 – За период 1954-2010 гг. температура воздуха и атмосферные осадки приводятся по данным измерений на метеорологической площадке, расположенной на участке осушенного болота. С 2011 года данные по температуре и осадкам приводятся по метеорологической станции Тихвин, расположенной в 11 км от болота Ларьянское. Анализ параллельных наблюдений, проводившихся на болотной и метеорологической станциях в период 2005-2010 гг. показал, что коэффициент корреляции для температуры воздуха составляет 1,00, для атмосферных осадков – 0,91,

2 – Испарение с поверхности болота за период 1974-2010 гг. приводятся по данным измерений на болотной станции. Испарение в зимний период рассчитано как испарение со снега в соответствии с Рекомендациями по расчету испарения с поверхности суши [Рекомендации..., 1976]. Испарение за вегетационный период получено по данным измерений испарителя ГГИ-Б-1000. В период 1974-1996 гг. испарение с поверхности болота измерялось на грядово-мочажинном комплексе, рядом со скважиной 1602 (Испаритель ГГИ-Б-1000). С

1997 года наблюдения за испарением с поверхности болота прекращены. За период 1997-2010 гг. испарение с поверхности болота (вегетационный период) рассчитано по уравнению связи между испарением с воды и испарением с поверхности болота, полученному по ряду параллельных наблюдений (1974-1996 гг.). В 2011 году, после закрытия болотной станции Ларьянская, площадка для измерения испарения с поверхности воды (Испаритель ГГИ-3000) перенесена на метеорологическую станцию Тихвин. За период 2011-2022 гг. испарение за вегетационный период с поверхности болота получены по уравнению связи между испарением с воды (метеостанция Тихвин) и испарением с поверхности болота

3 – Уровни болотных вод приведены относительно средней поверхности болота. Наблюдения за уровнями болотных вод проводились в период 1974-2010 гг. до закрытия болотной станции Ларьянская. В апреле 2024 г. наблюдения возобновлены на скважинах 1601, 1604.

Скважина 1601 – сосново-сфагново-кустарничковый микроландшафт, лесная группа; скважина 1602 – грядово-мочажинный комплекс; скважины 1603, 1604, 1605, 1607 – грядово-мочажинный комплекс; скважина 1606 – сфагново-кустарничково-пушицевый микроландшафт, мохово-травяная группа; скважина 1608 – лесной микроландшафт, окраина болота.

Таблица Б.3 – Болото Ламмин-Суо, Зеленогорская полевая экспериментальная база: температура воздуха, атмосферные осадки, испарение, уровни болотных вод, суммарный расход водотоков, вытекающих с болота (период 1950-2024 гг.)

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>2</sup> , мм	Суммарный расход воды <sup>3</sup> , л/сек	Уровень болотных вод <sup>4</sup> , см										
						Скважина										
						101	102	103	104	106	1076	108	109	210	313	316
Ср. мес.	Сумма за мес.	Сумма за мес.	Ср. мес.	Ср. мес.												
1950	1	—	—	—	—	-27	—	—	-28	—	—	—	-30	-10	-8	-30
1950	2	—	—	—	—	-29	—	—	-33	—	—	—	-31	-9	-8	-39
1950	3	—	—	—	—	-28	—	—	-33	—	—	—	-28	-7	-4	-38
1950	4	—	—	—	—	-14	—	-14	-12	-5	—	-4	-19	1	1	-14
1950	5	—	—	—	—	-23	—	-23	-25	-11	—	-11	-29	-10	-10	-24
1950	6	—	—	—	—	-27	—	-28	-30	-15	—	-16	-34	-13	-12	-33
1950	7	—	—	—	—	-33	—	-37	-39	-24	—	-25	-43	-23	-20	-47
1950	8	—	—	—	—	-45	—	-49	-53	-38	—	-40	-63	-40	-42	-59
1950	9	—	—	—	—	-35	—	-38	-41	-25	—	-29	-47	-24	-22	-51
1950	10	—	—	—	—	-29	—	-27	-28	-13	—	-13	-30	-10	-11	-33
1950	11	—	—	—	—	-26	—	-24	-26	-11	—	-10	-28	-9	-9	-27
1950	12	—	—	—	—	-23	—	-20	-22	-9	—	-8	-26	-7	-8	-19
1951	1	—	—	—	—	-29	—	-28	-31	-16	—	-15	-31	-11	-11	-31
1951	2	—	—	—	—	-33	—	-32	-34	-20	—	-17	-34	-13	-11	-40
1951	3	—	—	—	—	-33	—	-34	-36	-21	—	-18	-35	-14	-11	-45
1951	4	—	—	—	—	-18	—	-14	-14	-1	—	-3	-21	-2	-2	-17
1951	5	—	—	—	—	-27	—	-24	-26	-12	—	-13	-32	-12	-12	-26
1951	6	—	—	—	—	-34	—	-34	-35	-20	—	-24	-45	-22	-23	-42
1951	7	—	—	—	—	-36	—	-38	-39	-24	—	-27	-48	-25	-24	-49
1951	8	—	—	—	—	-44	—	-44	-45	-29	—	-33	-52	-33	-31	-55
1951	9	—	—	—	—	-51	—	-49	-50	-35	—	-39	-59	-42	-38	-67
1951	10	—	—	—	—	-53	—	-48	-50	-36	—	-39	-63	-45	-39	-70
1951	11	—	—	—	—	-49	—	-45	-47	-32	—	-36	-59	-40	-35	-66
1951	12	—	—	—	—	-30	—	-25	-27	-11	—	-11	-28	-10	-9	-33
1952	1	-3.6	85	—	—	-28	—	-25	-27	-12	—	-9	-27	-9	-9	-27
1952	2	-6.0	69	—	—	-30	—	-30	-32	-18	—	-13	-30	-13	-10	-31
1952	3	-11.0	22	—	—	-32	—	-34	-35	-22	—	-16	-33	-16	-10	-36
1952	4	3.4	42	—	—	-21	—	-20	-19	-9	—	-7	-24	-6	-5	-21
1952	5	6.5	65	—	—	-22	—	-22	-23	-12	—	-10	-27	-10	-7	-20
1952	6	13.8	50	—	—	-29	—	-29	-30	-18	—	-15	-32	-15	-10	-30

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>2</sup> , мм	Суммарный расход воды <sup>3</sup> , л/сек	Уровень болотных вод <sup>4</sup> , см										
						Скважина										
						101	102	103	104	106	1076	108	109	210	313	316
Ср. мес.	Сумма за мес.	Сумма за мес.	Ср. мес.	Ср. мес.												
1952	7	16.0	86	—	—	-37	—	-36	-37	-22	—	-21	-41	-20	-16	-43
1952	8	13.9	95	—	—	-36	—	-34	-35	-21	—	-19	-39	-16	-14	-44
1952	9	8.3	155	—	—	-24	—	-20	-21	-6	—	-5	-25	-4	-6	-23
1952	10	1.8	121	—	—	-18	—	-16	-17	-4	—	-2	-24	-2	-4	-17
1952	11	-2.2	54	—	—	-20	—	-22	-20	-6	—	-5	-26	-4	-5	-19
1952	12	-4.7	88	—	—	-21	—	-26	-24	-8	—	-7	-27	-5	-5	-25
1953	1	-8.5	45	—	—	-23	—	-29	-31	-10	—	-8	-27	-5	-5	-29
1953	2	-13.0	57	—	—	-24	—	-31	-34	-12	—	-10	-29	-6	-6	-34
1953	3	-3.0	44	—	—	-24	—	-28	-33	-11	—	-9	-27	-5	-5	-35
1953	4	4.1	22	—	—	-13	—	-11	-15	3	—	4	-19	5	4	-13
1953	5	8.6	70	—	—	-23	—	-21	-27	-7	—	-8	-28	-5	-6	-23
1953	6	17.1	59	—	—	-25	—	-23	-29	-9	—	-8	-31	-6	-5	-25
1953	7	16.8	104	—	—	-29	—	-28	-35	-14	—	-13	-35	-11	-9	-30
1953	8	15.1	131	—	—	-24	—	-23	-29	-9	—	-7	-28	-5	-4	-22
1953	9	8.4	66	—	—	-21	—	-21	-28	-7	—	-4	-26	-3	-3	-17
1953	10	5.7	82	—	—	-18	—	-17	-25	-5	—	-3	-24	-2	-2	-16
1953	11	-0.8	89	—	—	-19	—	-18	-26	-6	—	-2	-22	-3	-3	-17
1953	12	-3.6	36	—	—	-19	—	-17	-25	-6	—	-2	-22	-3	-4	-17
1954	1	-9.6	49	—	—	-24	—	-24	-33	-11	—	-5	-27	-4	-5	-28
1954	2	-13.7	11	—	—	-27	—	-28	-37	-13	—	-6	-30	-4	-4	-34
1954	3	-2.5	53	—	—	-25	—	-24	-38	-8	—	-2	-28	-2	-4	-33
1954	4	1.0	30	—	—	-14	—	-10	-16	3	—	4	-21	2	4	-11
1954	5	10.5	13	—	—	-22	—	-20	-20	-7	—	-8	-27	-5	-6	-20
1954	6	14.4	80	—	—	-28	—	-26	-27	-11	—	-15	-33	-11	-11	-28
1954	7	17.6	88	—	—	-31	—	-28	-29	-14	—	-18	-36	-13	-13	-33
1954	8	14.9	77	—	—	-29	—	-25	-26	-10	—	-11	-29	-8	-8	-27
1954	9	10.2	114	—	—	-27	—	-23	-24	-9	—	-8	-28	-6	-5	-24
1954	10	4.7	114	—	—	-19	—	-17	-18	-4	—	-2	-23	-2	-2	-14
1954	11	-1.9	75	—	—	-17	—	-16	-17	-4	—	-2	-23	-1	-2	-14
1954	12	-1.8	126	—	—	-14	—	-15	-17	-3	—	-3	-22	-1	0	-15
1955	1	-7.0	92	—	—	-15	—	-18	-21	-5	—	-4	-22	-3	-2	-17
1955	2	-9.1	29	—	—	-15	—	-17	-19	-3	—	-2	-20	-1	-1	-18
1955	3	-7.5	41	—	—	-19	—	-20	-22	-6	—	-4	-21	-3	-3	-22
1955	4	-1.5	40	—	19.85	-15	—	-14	-16	0	—	2	-17	3	4	-19

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>2</sup> , мм	Суммарный расход воды <sup>3</sup> , л/сек	Уровень болотных вод <sup>4</sup> , см										
						Скважина										
						101	102	103	104	106	1076	108	109	210	313	316
Ср. мес.	Сумма за мес.	Сумма за мес.	Ср. мес.	Ср. мес.												
1955	5	5.8	103	—	190.05	-7	—	-6	-7	6	—	4	-15	5	3	-7
1955	6	11.8	35	—	8.20	-19	—	-16	-19	-5	—	-6	-24	-5	-4	-19
1955	7	16.5	25	—	1.02	-31	—	-29	-32	-16	—	-19	-39	-18	-15	-34
1955	8	16.8	32	—	0.65	-42	—	-40	-43	-32	—	-34	-61	-36	-35	-57
1955	9	12.7	60	—	0.55	-47	—	-45	-48	-39	—	-41	-72	-45	-45	-66
1955	10	5.9	109	—	3.14	-31	—	-29	-30	-18	—	-20	-38	-18	-14	-42
1955	11	-3.7	107	—	21.18	-23	—	-19	-21	-9	—	-6	-26	-4	-7	-26
1955	12	-15.4	45	—	7.13	-24	—	-24	-26	-15	—	-10	-29	-8	-9	-29
1956	1	-10.4	68	1	3.50	-26	—	-26	-28	-16	—	-13	-30	-7	-9	-34
1956	2	-16.7	19	3	1.21	-29	—	-29	-30	-18	—	-14	-33	-10	-10	-40
1956	3	-7.3	23	4	0.30	-31	—	-31	-33	-19	—	-16	-35	-12	-10	-47
1956	4	-0.5	65	19	19.58	-26	—	-24	-25	-10	—	-9	-27	-6	-3	-40
1956	5	8.3	14	57	111.94	-21	—	-16	-17	-4	—	-5	-25	-2	-5	-19
1956	6	16.8	41	100	0.99	-37	—	-35	-36	-21	—	-23	-43	-19	-17	-42
1956	7	14.6	37	74	0.27	-48	—	-44	-46	-31	—	-36	-61	-32	-36	-58
1956	8	12.8	124	83	0.52	-41	—	-40	-41	-26	—	-32	-53	-22	-30	-56
1956	9	7.6	26	32	1.20	-37	—	-30	-32	-17	—	-20	-34	-11	-15	-43
1956	10	3.6	106	0	21.30	-29	—	-21	-24	-10	—	-10	-27	-4	-10	-32
1956	11	-5.0	105	5	14.72	-25	—	-19	-23	-9	—	-6	-24	-3	-9	-26
1956	12	-3.4	49	0	27.41	-23	—	-17	-20	-7	—	-4	-22	-1	-7	-23
1957	1	-4.5	62	0	5.78	-25	—	-19	-23	-9	—	-5	-23	1	1	-24
1957	2	-4.3	106	1	8.40	-20	—	-20	-23	-8	—	-3	-23	4	5	-27
1957	3	-9.4	29	9	3.36	-23	—	-24	-26	-10	—	-5	-26	1	4	-33
1957	4	1.7	41	29	130.05	-16	—	-10	-10	2	—	9	-17	9	14	-16
1957	5	9.8	59	65	54.12	-24	—	-16	-17	-4	—	-4	-24	-1	-3	-18
1957	6	12.4	49	29	6.23	-32	—	-24	-26	-12	—	-10	-29	-7	-7	-25
1957	7	18.3	55	89	0.98	-40	—	-33	-35	-22	—	-18	-35	-16	-15	-36
1957	8	14.9	102	53	0.49	-41	—	-37	-39	-25	—	-22	-41	-22	-23	-45
1957	9	9.3	115	30	25.93	-26	—	-20	-22	-7	—	-6	-24	-3	-5	-24
1957	10	4.6	93	0	32.85	-22	—	-16	-18	-5	—	-4	-23	-1	-3	-18
1957	11	-0.2	37	5	33.77	-23	—	-16	-18	-6	—	-4	-23	-1	-4	-19
1957	12	-3.7	105	1	25.62	-23	—	-18	-20	-7	—	-5	-22	-1	-1	-23
1958	1	-9.0	66	0	17.16	-22	—	-17	-18	-5	—	-5	-22	0	-4	-20
1958	2	-10.0	37	3	4.40	-25	—	-21	-24	-9	—	-9	-25	-2	-6	-29

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>2</sup> , мм	Суммарный расход воды <sup>3</sup> , л/сек	Уровень болотных вод <sup>4</sup> , см										
						Скважина										
						101	102	103	104	106	1076	108	109	210	313	316
Ср. мес.	Сумма за мес.	Сумма за мес.	Ср. мес.	Ср. мес.												
1958	3	-9.1	40	7	2.11	-25	—	-23	-26	-10	—	-9	-27	-2	-5	-34
1958	4	0.3	23	20	53.36	-18	—	-15	-15	0	—	-1	-20	4	3	-24
1958	5	8.3	84	65	92.36	-18	—	-11	-12	0	—	0	-21	1	-1	-13
1958	6	12.9	117	107	23.10	-21	—	-15	-18	-4	—	-5	-24	-1	-3	-18
1958	7	15.4	84	100	7.65	-25	—	-21	-23	-8	—	-8	-26	-4	-5	-22
1958	8	13.5	81	71	11.39	-24	—	-21	-23	-7	—	-7	-24	-3	-4	-20
1958	9	9.5	27	38	1.51	-29	—	-26	-28	-12	—	-12	-29	-8	-7	-25
1958	10	5.1	83	7	22.38	-24	—	-20	-21	-6	—	-6	-23	-2	-3	-20
1958	11	1.6	47	2	19.88	-23	—	-17	-19	-6	—	-5	-22	-1	-2	-18
1958	12	-9.6	64	4	10.84	-22	—	-19	-22	-8	—	-6	-23	-3	-3	-21
1959	1	-5.8	106	3	6.92	-21	—	-20	-23	-8	—	-8	-24	-3	-2	-25
1959	2	-4.8	52	0	7.99	-22	—	-20	-22	-8	—	-6	-22	-2	-1	-25
1959	3	-2.9	25	5	7.21	-21	—	-18	-20	-6	—	-3	-21	0	-1	-25
1959	4	2.6	65	11	141.74	-14	—	-8	-8	3	—	5	-16	7	7	-11
1959	5	9.1	46	65	16.82	-24	—	-18	-20	-8	—	-7	-25	-5	-3	-20
1959	6	15.5	33	37	3.79	-32	—	-27	-30	-16	—	-16	-35	-12	-10	-32
1959	7	17.7	37	94	0.31	-44	—	-38	-41	-27	—	-28	-48	-23	-23	-49
1959	8	16.3	59	56	0.16	-62	—	-53	-57	-45	—	-45	-67	-42	-48	-65
1959	9	7.4	58	26	0.15	-43	—	-40	-41	-27	—	-28	-44	-24	-18	-50
1959	10	3.1	52	8	0.55	-40	—	-33	-35	-20	—	-21	-34	-17	-12	-43
1959	11	-1.5	45	0	4.85	-37	—	-29	-30	-15	—	-14	-28	-10	-7	-37
1959	12	-7.2	28	0	0.73	-42	—	-36	-38	-23	—	-18	-36	-15	-12	-47
1960	1	-11.2	63	0	0.10	-41	—	-39	-41	-25	—	-20	-41	-18	-16	-54
1960	2	-11.7	49	0	0.02	-41	—	-41	-42	-26	—	-22	-44	-20	-16	-59
1960	3	-6.5	18	7	0.00	-40	—	-41	-42	-26	—	-23	-48	-24	-17	-64
1960	4	1.6	41	17	68.40	-23	—	-21	-20	-7	—	-7	-29	-7	-3	-34
1960	5	10.7	24	65	17.73	-28	—	-21	-21	-8	—	-10	-30	-7	-8	-24
1960	6	15.5	69	59	0.49	-39	—	-34	-34	-19	—	-22	-44	-20	-21	-43
1960	7	18.7	70	95	0.15	-40	—	-36	-36	-23	—	-25	-46	-18	-20	-49
1960	8	15.2	81	63	0.01	-49	—	-43	-43	-32	—	-33	-57	-27	-30	-62
1960	9	8.3	32	28	0.06	-38	—	-32	-33	-19	—	-21	-38	-14	-12	-47
1960	10	1.5	40	0	0.31	-38	—	-32	-33	-19	—	-19	-35	-13	-10	-47
1960	11	-2.6	94	2	6.35	-33	—	-27	-28	-14	—	-12	-29	-8	-7	-38
1960	12	-1.3	85	1	24.46	-25	—	-20	-21	-8	—	-4	-24	-3	0	-25

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>2</sup> , мм	Суммарный расход воды <sup>3</sup> , л/сек	Уровень болотных вод <sup>4</sup> , см										
						Скважина										
						101	102	103	104	106	1076	108	109	210	313	316
Ср. мес.	Сумма за мес.	Сумма за мес.	Ср. мес.	Ср. мес.												
1961	1	-4.7	76	2	13.62	-27	—	-23	-25	-11	—	-5	-25	-7	-3	-24
1961	2	-1.7	54	0	10.60	-27	—	-23	-26	-13	—	-5	-25	-7	-3	-27
1961	3	-1.3	68	3	29.45	-23	—	-17	-18	-7	—	2	-21	-2	1	-20
1961	4	0.8	17	15	75.34	-20	—	-14	-15	-3	—	3	-19	0	0	-14
1961	5	10.0	44	88	30.75	-23	—	-17	-18	-6	—	-2	-23	-4	-3	-18
1961	6	17.3	77	125	1.02	-37	—	-32	-34	-22	—	-16	-40	-19	-18	-34
1961	7	16.7	90	92	0.45	-40	—	-33	-35	-22	—	-17	-39	-17	-17	-37
1961	8	14.3	149	64	18.55	-32	—	-25	-26	-13	—	-9	-29	-8	-6	-29
1961	9	8.5	37	33	8.89	-27	—	-21	-23	-10	—	-4	-25	-5	-5	-20
1961	10	6.8	27	10	3.79	-30	—	-25	-28	-13	—	-7	-26	-7	-6	-23
1961	11	0.2	84	2	18.18	-25	—	-19	-21	-8	—	-2	-22	-3	-2	-18
1961	12	-6.9	87	0	19.07	-22	—	-19	-20	-8	—	-1	-23	-2	-2	-16
1962	1	-4.6	70	0	17.74	-22	—	-19	-21	-8	—	-1	-22	-3	-1	-18
1962	2	-6.4	48	0	10.67	-23	—	-21	-23	-10	—	-1	-23	-3	-3	-19
1962	3	-9.9	32	6	3.25	-26	—	-25	-27	-12	—	-4	-25	-5	-3	-23
1962	4	4.7	66	20	117.90	-17	—	-12	-12	0	—	4	-18	3	4	-12
1962	5	8.6	53	70	28.78	-21	—	-15	-15	-5	—	1	-22	-1	-1	-15
1962	6	11.5	117	92	11.79	-24	—	-18	-18	-7	—	-2	-23	-3	-3	-18
1962	7	15.0	100	85	23.98	-20	—	-15	-17	-4	—	1	-22	-1	0	-15
1962	8	13.0	150	57	34.70	-17	—	-14	-15	-3	—	1	-21	0	1	-13
1962	9	9.0	133	31	76.89	-11	—	-10	-10	1	—	4	-19	2	3	-10
1962	10	5.4	52	0	24.88	-15	—	-13	-14	-2	—	1	-20	0	1	-12
1962	11	0.9	98	5	52.37	-13	—	-12	-12	-1	—	3	-19	1	2	-12
1962	12	-7.6	55	0	11.35	-14	—	-14	-15	-4	—	0	-20	1	2	-13
1963	1	-14.3	30	0	2.82	-19	—	-19	-21	-8	—	-3	-23	-1	-2	-20
1963	2	-13.3	23	3	1.35	-22	—	-22	-24	-10	—	-4	-26	-3	-3	-25
1963	3	-12.0	18	10	0.64	-26	—	-23	-26	-10	—	-4	-29	-5	-4	-30
1963	4	1.6	14	21	56.75	-16	—	-14	-14	-1	—	3	-22	-1	2	-17
1963	5	13.3	27	100	17.88	-19	—	-18	-17	-6	—	-3	-28	-6	-4	-18
1963	6	13.1	45	91	0.35	-32	—	-32	-32	-19	—	-20	-46	-23	-18	-34
1963	7	17.2	80	85	0.54	-33	—	-33	-32	-19	—	-22	-44	-24	-18	-38
1963	8	16.3	69	51	0.09	-38	—	-36	-36	-22	—	-28	-46	-29	-21	-45
1963	9	11.9	60	39	0.15	-35	—	-31	-31	-16	—	-22	-39	-22	-15	-41
1963	10	5.2	215	0	74.72	-17	—	-13	-12	-1	—	0	-21	-2	0	-14

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>2</sup> , мм	Суммарный расход воды <sup>3</sup> , л/сек	Уровень болотных вод <sup>4</sup> , см										
						Скважина										
						101	102	103	104	106	1076	108	109	210	313	316
Ср. мес.		Сумма за мес.	Сумма за мес.	Ср. мес.	Ср. мес.											
1963	11	-2.0	83	2	42.57	-17	—	-14	-14	-4	—	0	-21	-2	-1	-12
1963	12	-8.7	51	1	7.35	-21	—	-20	-20	-10	—	-5	-25	-6	-4	-19
1964	1	-5.2	45	0	9.00	-21	—	-19	-20	-9	—	-3	-24	-4	-2	-20
1964	2	-10.6	30	1	2.72	-24	—	-24	-25	-13	—	-7	-28	-7	-4	-26
1964	3	-6.6	12	7	1.18	-27	—	-27	-28	-16	—	-11	-31	-10	-4	-31
1964	4	2.0	30	21	74.20	-17	—	-16	-15	-3	—	-2	-23	-2	2	-20
1964	5	9.4	22	89	21.23	-24	—	-18	-18	-7	—	-5	-27	-5	-4	-18
1964	6	14.4	27	105	0.54	-38	—	-33	-34	-21	—	-21	-46	-21	-19	-36
1964	7	16.2	63	88	0.13	-51	—	-44	-45	-34	—	-35	-61	-34	-37	-54
1964	8	14.2	39	50	0.12	-49	—	-42	-43	-30	—	-33	-55	-30	-28	-56
1964	9	9.1	100	24	0.25	-44	—	-37	-36	-24	—	-27	-48	-24	-21	-50
1964	10	6.4	57	9	6.14	-33	—	-23	-23	-10	—	-10	-27	-8	-5	-32
1964	11	-2.5	67	1	17.79	-29	—	-20	-20	-8	—	-3	-25	-5	-3	-23
1964	12	-4.0	79	2	22.36	-26	—	-18	-18	-7	—	-2	-24	-3	-1	-18
1965	1	-6.4	65	0	6.48	-28	—	-24	-24	-12	—	-6	-26	-7	-3	-24
1965	2	-10.6	39	5	3.14	-30	—	-27	-27	-14	—	-8	-28	-8	-4	-31
1965	3	-5.5	46	10	2.65	-30	—	-26	-26	-13	—	-7	-27	-8	-2	-33
1965	4	2.1	12	23	85.06	-23	—	-17	-16	-5	—	-1	-21	-1	1	-22
1965	5	6.1	32	83	15.62	-28	—	-20	-20	-9	—	-6	-25	-6	-4	-21
1965	6	14.6	22	103	0.69	-45	—	-35	-35	-24	—	-21	-46	-22	-19	-41
1965	7	14.4	119	76	0.81	-45	—	-37	-37	-26	—	-24	-46	-22	-21	-46
1965	8	13.6	77	54	8.08	-33	—	-24	-24	-12	—	-8	-26	-5	-5	-30
1965	9	11.6	75	26	15.05	-31	—	-22	-22	-10	—	-5	-24	-3	-3	-25
1965	10	3.8	63	5	18.43	-27	—	-18	-18	-7	—	-2	-23	-2	0	-17
1965	11	-5.5	53	3	15.26	-26	—	-19	-19	-8	—	-3	-23	-3	-1	-18
1965	12	-4.1	87	0	4.44	-27	—	-23	-24	-11	—	-6	-23	-5	-2	-25
1966	1	-17.0	39	0	2.14	-29	—	-25	-26	-12	—	-7	-24	-6	-2	-28
1966	2	-15.3	33	4	0.46	-33	—	-28	-29	-16	—	-10	-28	-9	-2	-34
1966	3	-4.1	74	7	0.90	-31	—	-26	-27	-12	—	-9	-25	-7	-1	-34
1966	4	0.0	57	27	68.68	-16	—	-11	-10	2	—	7	-16	7	14	-12
1966	5	9.4	39	80	93.39	-22	—	-15	-15	-3	—	-1	-22	-2	-1	-15
1966	6	15.7	93	126	4.06	-37	—	-27	-28	-16	—	-13	-33	-11	-10	-29
1966	7	17.1	141	108	31.06	-26	—	-19	-19	-7	—	-4	-24	-3	-2	-18
1966	8	13.7	86	85	14.49	-25	—	-19	-20	-8	—	-3	-24	-3	-2	-17

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>2</sup> , мм	Суммарный расход воды <sup>3</sup> , л/сек	Уровень болотных вод <sup>4</sup> , см										
						Скважина										
						101	102	103	104	106	1076	108	109	210	313	316
Ср. мес.	Сумма за мес.	Сумма за мес.	Ср. мес.	Ср. мес.												
1966	9	7.7	203	38	68.74	-17	—	-13	-13	-2	—	2	-20	0	2	-12
1966	10	4.1	97	9	52.95	-15	—	-11	-12	-1	—	3	-19	1	3	-11
1966	11	-0.1	59	3	16.86	-19	—	-15	-16	-5	—	0	-20	0	0	-14
1966	12	-9.3	57	0	6.24	-20	—	-18	-19	-7	—	-1	-22	0	0	-17
1967	1	-13.6	41	1	2.39	-20	—	-21	-23	-10	—	-4	-22	-1	-1	-21
1967	2	-8.4	42	1	1.34	-21	—	-23	-25	-11	—	-5	-23	-2	0	-25
1967	3	-0.2	81	6	12.50	-13	—	-13	-12	-2	—	4	-17	5	7	-15
1967	4	2.8	47	17	128.94	-10	—	-9	-6	3	—	8	-17	7	10	-5
1967	5	9.7	67	90	25.60	-18	—	-14	-14	-4	—	0	-23	-1	1	-13
1967	6	12.9	54	93	1.86	-29	—	-24	-25	-11	—	-11	-34	-10	-6	-23
1967	7	15.8	34	102	0.32	-42	—	-34	-36	-21	—	-23	-50	-21	-18	-38
1967	8	15.7	107	57	0.31	-42	—	-35	-37	-23	—	-24	-49	-22	-19	-42
1967	9	11.6	36	38	0.38	-38	—	-30	-31	-17	—	-16	-37	-14	-8	-34
1967	10	7.3	214	11	63.79	-22	—	-17	-17	-6	—	-2	-29	-2	1	-17
1967	11	1.8	61	1	39.89	-18	—	-13	-14	-5	—	1	-27	2	2	-10
1967	12	-11.2	59	0	9.45	-22	—	-17	-19	-9	—	-3	-28	-1	0	-16
1968	1	-18.6	27	2	1.45	-28	—	-24	-27	-14	—	-8	-33	-5	-5	-28
1968	2	-7.0	53	0	0.83	-29	—	-26	-28	-14	—	-8	-36	-6	-7	-34
1968	3	-2.4	65	11	9.37	-24	—	-21	-21	-9	—	-3	-30	-1	0	-28
1968	4	2.5	72	15	108.12	-12	—	-10	-8	3	—	4	-24	6	6	-6
1968	5	7.9	63	69	23.09	-21	—	-15	-15	-5	—	0	-28	0	-1	-15
1968	6	15.4	72	109	2.38	-32	—	-26	-26	-13	—	-10	-37	-10	-8	-27
1968	7	13.2	116	73	11.94	-28	—	-21	-21	-10	—	-4	-31	-4	-3	-20
1968	8	15.5	121	70	11.63	-24	—	-19	-20	-9	—	-3	-29	-1	-2	-18
1968	9	9.7	91	36	27.27	-20	—	-16	-17	-6	—	0	-26	2	0	-14
1968	10	1.4	139	5	50.46	-15	—	-10	-11	-1	—	4	-24	4	2	-9
1968	11	-2.4	50	3	31.49	-16	—	-12	-13	-3	—	4	-21	5	2	-12
1968	12	-4.5	40	1	5.61	-22	—	-17	-19	-8	—	1	-25	4	2	-18
1969	1	-14.8	38	1	1.55	-26	—	-22	-23	-11	—	-1	-29	1	-1	-24
1969	2	-11.6	48	0	0.44	-29	—	-24	-26	-14	—	-2	-33	-2	-2	-30
1969	3	-8.9	21	4	0.20	-31	—	-26	-27	-14	—	-2	-37	-5	-1	-35
1969	4	2.5	47	32	81.98	-13	—	-9	-9	2	—	10	-23	5	9	-13
1969	5	7.7	71	48	40.26	-17	—	-13	-11	-1	—	7	-26	3	1	-12
1969	6	13.2	21	119	1.94	-29	—	-27	-26	-14	—	-13	-43	-13	-12	-26

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>2</sup> , мм	Суммарный расход воды <sup>3</sup> , л/сек	Уровень болотных вод <sup>4</sup> , см										
						Скважина										
						101	102	103	104	106	1076	108	109	210	313	316
Ср. мес.		Сумма за мес.	Сумма за мес.	Ср. мес.	Ср. мес.											
1969	7	15.5	74	92	0.47	-36	—	-32	-31	-18	—	-19	-46	-17	-14	-33
1969	8	14.3	45	74	0.05	-50	—	-45	-44	-32	—	-34	-61	-33	-26	-52
1969	9	8.6	156	33	4.41	-34	—	-30	-28	-15	—	-18	-40	-12	-10	-38
1969	10	4.3	49	19	15.92	-26	—	-19	-18	-8	—	-3	-29	-1	-3	-21
1969	11	-0.9	98	0	39.81	-21	—	-16	-15	-4	—	0	-27	1	0	-15
1969	12	-6.8	40	3	9.65	-23	—	-20	-19	-8	—	-3	-29	-2	-3	-18
1970	1	-11.3	37	0	2.49	-26	—	-25	-24	-12	—	-6	-32	-6	-5	-27
1970	2	-11.9	42	0	1.10	-28	—	-27	-27	-14	—	-9	-34	-8	-6	-34
1970	3	-2.6	33	4	0.85	-29	—	-28	-29	-15	—	-10	-35	-9	-6	-38
1970	4	2.0	95	11	88.10	-16	—	-12	-10	1	—	5	-22	6	7	-14
1970	5	9.2	20	109	22.44	-23	—	-19	-18	-7	—	-4	-28	-4	-2	-18
1970	6	15.1	21	113	0.64	-39	—	-35	-35	-23	—	-23	-52	-22	-19	-41
1970	7	16.8	135	96	0.74	-35	—	-32	-31	-17	-24	-22	-45	-15	-14	-41
1970	8	14.6	36	69	0.17	-43	—	-35	-36	-20	-30	-23	-45	-18	-13	-47
1970	9	9.2	99	27	3.39	-37	—	-30	-30	-14	-24	-17	-38	-11	-9	-41
1970	10	3.6	68	5	14.10	-29	—	-21	-21	-5	-14	—	—	-1	-2	-26
1970	11	-2.6	69	5	18.75	-25	—	-18	-19	-2	-12	-4	-28	0	0	-18
1970	12	-5.6	83	2	7.18	-25	—	-21	-22	-5	-12	-4	-27	-2	1	-22
1971	1	-3.8	61	0	10.97	-23	—	-19	-20	-9	-8	-1	-26	0	3	-23
1971	2	-9.8	55	1	11.76	-22	—	-19	-20	-9	-6	0	-26	0	2	-21
1971	3	-6.2	112	9	5.62	-22	—	-20	-22	-10	-4	-1	-26	-1	1	-26
1971	4	1.0	17	21	113.97	-12	—	-8	-7	4	0	7	-20	10	12	-4
1971	5	9.1	13	95	27.34	-26	—	-20	-20	-9	-16	-6	-34	-3	-2	-20
1971	6	12.9	45	90	0.80	-39	—	-31	-32	-20	-29	-20	-51	-14	-13	-39
1971	7	15.7	67	101	0.31	-43	—	-35	-36	-24	-34	-27	-59	-16	-19	-49
1971	8	14.8	103	63	0.19	-43	—	-35	-36	-25	-34	-29	-58	-17	-20	-50
1971	9	8.3	40	31	0.27	-37	—	-28	-28	-14	-24	-20	-44	-7	-9	-48
1971	10	2.9	127	0	20.15	-28	—	-18	-18	-6	-15	-6	-30	0	0	-30
1971	11	-3.2	114	0	25.45	-22	—	-14	-15	-4	-13	0	-28	3	1	-15
1971	12	-5.3	70	0	11.37	-24	—	-17	-18	-7	-13	-2	-31	1	0	-19
1972	1	-13.3	9	0	2.91	-28	—	-23	-24	-11	-16	-6	-33	-2	-2	-29
1972	2	-6.3	24	2	0.44	-31	—	-27	-28	-15	-17	-10	-38	-4	-5	-39
1972	3	-5.0	28	5	0.32	-30	—	-25	-26	-13	-13	-6	-34	-1	-2	-42
1972	4	1.9	66	23	81.96	-17	—	-11	-9	3	-5	6	-23	8	7	-10

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>2</sup> , мм	Суммарный расход воды <sup>3</sup> , л/сек	Уровень болотных вод <sup>4</sup> , см										
						Скважина										
						101	102	103	104	106	1076	108	109	210	313	316
Ср. мес.	Сумма за мес.	Сумма за мес.	Ср. мес.	Ср. мес.												
1972	5	8.8	38	80	12.16	-26	—	-18	-18	-7	-16	-4	-32	-2	-2	-19
1972	6	16.7	22	111	0.64	-38	—	-31	-31	-18	-30	-19	-52	-14	-14	-41
1972	7	20.0	68	109	0.05	-52	—	-44	-44	-34	-42	-36	-74	-27	-35	-57
1972	8	17.4	80	76	0.02	-60	—	-52	-53	-44	-48	-46	-85	-36	-36	—
1972	9	9.5	43	34	0.00	-55	—	-48	-47	-38	-40	-39	-66	-33	-30	—
1972	10	3.7	66	10	0.07	-47	—	-39	-39	-28	-32	-28	-53	-24	-16	-54
1972	11	-0.6	110	2	4.93	-37	—	-27	-26	-13	-18	-12	-34	-7	-2	-38
1972	12	0.3	66	2	30.40	-27	—	-17	-17	-7	-14	-3	-30	1	3	-18
1973	1	-6.3	39	0	1.29	-35	—	-27	-28	-16	-20	-10	-34	-5	-2	-31
1973	2	-5.9	44	6	0.26	-37	—	-33	-34	-20	-22	-15	-45	-8	-9	-43
1973	3	-3.2	52	9	0.43	-34	—	-31	-32	-17	-19	-12	-42	-6	-6	-43
1973	4	3.2	56	31	48.94	-19	—	-11	-10	2	-9	3	-26	4	7	-10
1973	5	9.8	53	73	15.20	-26	—	-18	-17	-6	-14	-3	-32	-2	1	-20
1973	6	15.9	73	89	3.47	-34	—	-26	-26	-14	-22	-12	-41	-8	-7	-34
1973	7	18.5	9	96	0.03	-57	—	-47	-49	-38	-45	-34	-73	-33	-31	-57
1973	8	14.0	55	74	0.00	-66	—	-56	-60	-52	-53	-45	-94	-46	—	—
1973	9	6.2	92	24	0.00	-51	—	-44	-44	-35	-38	-29	-68	-31	—	-56
1973	10	1.3	148	4	5.82	-37	—	-27	-26	-15	-22	-11	-38	-9	-6	-39
1973	11	-3.4	103	3	21.57	-30	—	-19	-18	-9	-16	-2	-30	-1	0	-22
1973	12	-8.0	87	0	7.51	-31	—	-24	-24	-13	-18	-5	-32	-4	-2	-27
1974	1	-9.6	47	2	7.12	-32	—	-24	-24	-13	-17	-4	-32	-3	-1	-27
1974	2	-1.1	56	2	7.63	-30	—	-23	-23	-13	-15	-3	-30	-2	0	-29
1974	3	-2.2	25	13	5.93	-32	—	-25	-24	-14	-15	-3	-32	-3	-1	-31
1974	4	0.4	29	12	81.82	-23	—	-11	-10	-1	-11	3	-27	5	6	-11
1974	5	6.1	18	48	28.77	-29	—	-18	-18	-9	-16	-3	-31	-3	1	-17
1974	6	14.7	121	83	14.87	-31	—	-21	-22	-12	-20	-7	-35	-5	-3	-24
1974	7	16.5	125	71	4.54	-32	—	-23	-24	-14	-20	-8	-36	-3	-3	-28
1974	8	14.2	161	47	59.58	-21	—	-13	-14	-4	-12	2	-27	3	4	-10
1974	9	12.0	102	34	24.64	-24	—	-15	-17	-7	-13	0	-28	2	3	-14
1974	10	6.2	122	8	46.31	-20	—	-12	-13	-3	-10	3	-25	4	6	-9
1974	11	1.0	127	2	63.42	-18	—	-10	-11	0	-10	4	-24	5	7	-8
1974	12	-1.0	137	1	38.79	-18	—	-10	-12	-1	-9	3	-25	5	8	-10
1975	1	-3.6	81	0	42.63	-13	—	-11	-9	1	-5	-9	-23	-4	-2	-5
1975	2	-7.0	29	2	8.47	-18	—	-14	-13	-4	-7	-12	-25	-6	-6	-9

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>2</sup> , мм	Суммарный расход воды <sup>3</sup> , л/сек	Уровень болотных вод <sup>4</sup> , см										
						Скважина										
						101	102	103	104	106	1076	108	109	210	313	316
Ср. мес.	Сумма за мес.	Сумма за мес.	Ср. мес.	Ср. мес.												
1975	3	-1.1	38	2	13.84	-17	—	-13	-11	-2	0	-7	-20	0	0	-7
1975	4	3.4	70	25	95.68	-12	-8	-10	-7	2	-2	-7	-21	0	-1	-3
1975	5	11.6	53	84	5.78	-22	-18	-18	-17	-8	-11	-16	-31	-10	-11	-12
1975	6	13.2	45	95	0.89	-32	-25	-26	-25	-16	-18	-25	-42	-18	-18	-23
1975	7	16.5	27	99	0.24	-47	-37	-38	-37	-27	-30	-39	-58	-33	-33	-39
1975	8	14.5	64	68	0.08	-52	-42	-43	-41	-33	-32	-43	-61	-36	-40	-50
1975	9	11.6	67	36	0.00	-52	-41	-44	-43	-35	-32	-45	-62	-40	-41	-44
1975	10	3.5	55	11	0.08	-40	-29	-33	-30	-21	-19	-31	-45	-26	-25	-45
1975	11	-1.8	78	3	0.80	-33	-24	-27	-26	-15	-13	-23	-33	-18	-15	-36
1975	12	-4.1	139	0	10.66	-25	-20	-22	-20	-10	-9	-16	-29	-11	-9	-29
1976	1	-13.9	61	0	9.52	-22	-19	-21	-20	-10	-10	-16	-31	-10	-8	-21
1976	2	-12.1	23	3	2.20	-25	-26	-27	-26	-15	-11	-19	-34	-16	-11	-29
1976	3	-5.4	60	10	1.56	-26	-25	-27	-27	-16	-9	-19	-34	-16	-11	-32
1976	4	0.7	60	17	121.83	-15	-11	-13	-11	-1	0	-8	-23	-3	-3	-11
1976	5	8.9	19	66	33.70	-21	-16	-20	-18	-9	-10	-14	-29	-12	-8	-10
1976	6	10.9	81	60	4.53	-28	-25	-25	-24	-14	-15	-21	-35	-14	-14	-24
1976	7	15.0	98	75	2.85	-28	-22	-25	-24	-15	-14	-20	-33	-12	-12	-26
1976	8	12.9	67	57	3.57	-28	-17	-25	-24	-15	-13	-18	-32	-12	-11	-26
1976	9	7.5	85	24	13.96	-23	-14	-21	-19	-10	-11	-14	-28	-9	-9	-16
1976	10	-1.3	18	0	2.36	-28	-18	-24	-24	-14	-13	-17	-30	-11	-11	-20
1976	11	-1.0	83	4	15.47	-22	-11	-20	-19	-9	-8	-12	-27	-8	-7	-14
1976	12	-5.7	71	5	22.25	-18	-11	-16	-16	-7	-8	-12	-27	-6	-7	-10
1977	1	-9.7	53	4	3.02	-22	-17	-22	-22	-12	-9	-17	-30	-10	-11	-18
1977	2	-10.1	45	3	1.18	-24	-18	-25	-25	-14	-9	-19	-32	-12	-12	-24
1977	3	-4.1	51	8	2.89	-22	-12	-22	-21	-11	-3	-13	-28	-9	-7	-20
1977	4	2.6	82	23	99.38	-14	-4	-11	-9	0	1	-6	-23	-3	1	-6
1977	5	9.6	47	61	26.29	-19	-10	-17	-15	-6	-6	-12	-26	-7	-6	-9
1977	6	14.5	54	84	0.70	-33	-30	-30	-29	-20	-19	-26	-43	-20	-20	-27
1977	7	15.9	96	72	0.50	-35	-29	-30	-30	-19	-19	-28	-43	-20	-23	-32
1977	8	13.9	30	56	0.18	-39	-31	-33	-33	-23	-21	-31	-45	-22	-23	-39
1977	9	7.8	117	28	5.28	-31	-24	-25	-25	-15	-14	-22	-35	-14	-14	-31
1977	10	3.5	93	0	31.50	-19	-14	-15	-14	-5	-7	-11	-25	-6	-3	-9
1977	11	0.8	139	2	63.19	-15	-12	-13	-12	-3	-5	-10	-25	-5	-2	-5
1977	12	-6.8	49	0	6.67	-21	-19	-18	-18	-9	-9	-14	-29	-8	-6	-14

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>2</sup> , мм	Суммарный расход воды <sup>3</sup> , л/сек	Уровень болотных вод <sup>4</sup> , см										
						Скважина										
						101	102	103	104	106	1076	108	109	210	313	316
Ср. мес.	Сумма за мес.	Сумма за мес.	Ср. мес.	Ср. мес.												
1978	1	-9.9	54	0	2.98	-22	-21	-21	-21	-12	-8	-17	-30	-10	-6	-21
1978	2	-14.3	22	4	0.94	-25	-24	-25	-25	-14	-10	-20	-33	-13	-9	-29
1978	3	-2.9	70	14	2.03	-22	-20	-21	-20	-9	-3	-15	-26	-9	-8	-25
1978	4	0.9	41	24	121.51	-13	-7	-8	-4	5	1	-4	-20	0	3	-2
1978	5	9.5	3	65	12.07	-25	-21	-22	-19	-9	-12	-18	-32	-16	-11	-14
1978	6	13.3	25	44	0.07	-40	-37	-38	-36	-25	-32	-41	-64	-35	-31	-43
1978	7	14.8	63	58	0.01	-44	-39	-39	-37	-26	-31	-43	-60	-32	-32	-50
1978	8	13.1	76	45	0.00	-50	-41	-42	-41	-30	-32	-45	-62	-35	-35	-53
1978	9	8.0	140	24	15.39	-30	-22	-23	-21	-11	-13	-22	-33	-14	-15	-27
1978	10	2.3	77	0	24.06	-25	-19	-17	-16	-7	-9	-14	-27	-9	-10	-13
1978	11	1.1	94	4	38.35	-20	-15	-14	-13	-6	-8	-13	-26	-7	-9	-9
1978	12	-16.5	27	4	6.38	-25	-23	-20	-20	-11	-11	-17	-30	-11	-14	-17
1979	1	-10.9	64	0	0.69	-28	-26	-25	-25	-15	-12	-21	-37	-13	-16	-30
1979	2	-13.3	49	3	0.42	-28	-27	-26	-26	-16	-11	-22	-39	-14	-16	-37
1979	3	-2.6	33	10	0.98	-27	-22	-23	-22	-13	-7	-18	-30	-9	-7	-32
1979	4	0.9	20	20	114.58	-15	-9	-9	-7	4	-2	-7	-21	-1	3	-1
1979	5	10.7	56	61	43.69	-20	-17	-17	-14	-5	-9	-15	-29	-8	-6	-11
1979	6	14.5	37	81	0.37	-37	-35	-32	-31	-22	-26	-33	-53	-25	-23	-35
1979	7	15.4	145	65	1.39	-35	-29	-30	-28	-21	-21	-31	-44	-21	-20	-34
1979	8	15.7	62	56	5.28	-30	-25	-22	-21	-12	-13	-20	-33	-11	-7	-26
1979	9	9.3	141	30	21.51	-25	-19	-18	-17	-7	-8	-14	-26	-7	-2	-16
1979	10	3.7	37	0	20.02	-21	-19	-16	-15	-6	-8	-13	-25	-6	-2	-10
1979	11	0.4	197	1	74.47	-18	-15	-14	-13	-3	-7	-11	-24	-5	1	-7
1979	12	-5.8	82	1	39.26	-18	-16	-13	-13	-3	-8	-13	-24	-8	2	-9
1980	1	-11.3	31	0	6.23	-24	-21	-19	-18	-9	-10	-16	-28	-13	-2	-16
1980	2	-9.2	58	0	2.01	-26	-24	-20	-22	-11	-10	-18	-31	-15	-2	-22
1980	3	-7.3	37	5	1.79	-25	-23	-22	-22	-11	-8	-17	-29	-15	-1	-25
1980	4	3.8	19	21	163.94	-16	-8	-12	-10	-1	-1	-5	-19	-5	11	-3
1980	5	6.8	65	32	22.03	-19	-16	-16	-14	-5	-9	-13	-26	-6	-3	-10
1980	6	16.9	96	100	11.04	-30	-26	-26	-26	-14	-14	-20	-36	-16	-12	-18
1980	7	16.1	104	75	11.50	-29	-23	-24	-24	-12	-14	-20	-33	-11	-7	-20
1980	8	13.9	118	50	16.17	-21	-18	-18	-17	-7	-9	-14	-28	-7	-4	-10
1980	9	9.0	51	24	16.04	-20	-18	-18	-16	-5	-9	-13	-26	-6	-4	-10
1980	10	4.4	137	0	44.34	-14	-13	-14	-12	-1	-6	-9	-22	-4	1	-4

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>2</sup> , мм	Суммарный расход воды <sup>3</sup> , л/сек	Уровень болотных вод <sup>4</sup> , см										
						Скважина										
						101	102	103	104	106	1076	108	109	210	313	316
Ср. мес.	Сумма за мес.	Сумма за мес.	Ср. мес.	Ср. мес.												
1980	11	-2.9	171	0	72.70	-12	-12	-13	-11	-1	-6	-9	-23	-1	3	-3
1980	12	-5.7	149	0	28.27	-12	-12	-13	-12	-2	-3	-8	-20	5	9	-4
1981	1	-6.3	83	0	16.23	-14	-13	-15	-14	-3	-3	-9	-20	2	5	-5
1981	2	-7.1	31	0	8.77	-16	-14	-16	-15	-5	-3	-10	-23	0	2	-6
1981	3	-7.3	57	3	12.06	-17	-14	-20	-14	-3	0	-7	-20	0	5	-4
1981	4	0.6	40	17	342.05	-7	-7	-12	-6	4	1	-2	-18	3	14	6
1981	5	10.5	62	52	56.37	-16	-15	-16	-13	-3	-7	-11	-25	-4	-1	-7
1981	6	14.6	76	76	13.38	-19	-12	-16	-15	-5	-8	-12	-26	-5	-2	-7
1981	7	17.6	132	79	15.05	-23	-18	-20	-20	-10	-11	-16	-32	-9	-4	-11
1981	8	14.2	93	46	15.35	-19	-16	-17	-17	-8	-9	-14	-27	-7	-6	-10
1981	9	9.6	84	24	28.95	-14	-14	-13	-13	-4	-7	-10	-24	-4	-1	-6
1981	10	6.5	150	0	62.12	-9	-10	-10	-10	-2	-4	-7	-22	-2	1	-4
1981	11	-1.0	101	2	30.13	-9	-11	-10	-11	-2	-4	-8	-23	-2	2	-4
1981	12	-7.4	144	1	21.84	-8	-11	-11	-12	-2	-4	-9	-22	-2	1	-4
1982	1	-13.0	48	0	11.07	-10	-14	-11	-13	-4	-4	-9	-23	-3	-1	-6
1982	2	-9.1	19	1	3.89	-12	-18	-13	-15	-6	-4	-12	-24	-3	-2	-8
1982	3	-1.5	47	6	8.09	-11	-13	-13	-14	-3	-3	-10	-23	0	-1	-6
1982	4	2.5	30	19	121.59	-6	-7	-7	-7	3	0	-3	-20	6	9	2
1982	5	9.1	51	51	39.68	-12	-12	-12	-11	-3	-7	-8	-23	-2	0	-4
1982	6	11.0	79	72	6.84	-20	-20	-19	-18	-9	-11	-15	-30	-8	-6	-10
1982	7	16.6	77	91	6.39	-23	-21	-22	-21	-11	-12	-17	-34	-9	-7	-14
1982	8	14.8	84	65	4.09	-28	-24	-25	-27	-16	-16	-23	-38	-12	-10	-19
1982	9	9.7	74	31	17.09	-20	-15	-16	-15	-6	-7	-10	-24	-4	-1	-8
1982	10	3.6	58	0	16.79	-19	-13	-15	-14	-6	-7	-11	-24	-4	-2	-7
1982	11	2.6	109	4	43.08	-13	-10	-12	-10	-1	-5	-7	-22	0	1	-4
1982	12	-1.5	88	0	23.55	-12	-11	-12	-11	-2	-6	-10	-22	-1	0	-4
1983	1	-3.5	133	0	55.47	-8	-7	-10	-7	-11	-13	-12	-30	0	3	-6
1983	2	-11.1	18	0	9.30	-13	-11	-13	-11	-12	-16	-16	-30	-2	-2	-11
1983	3	-4.1	81	7	9.32	-15	-11	-13	-12	-11	-12	-16	-31	-2	-1	-11
1983	4	5.8	38	21	133.34	-10	-7	-8	-6	-5	-13	-11	-29	3	3	-5
1983	5	12.2	59	70	7.17	-18	-13	-14	-13	-12	-20	-18	-33	-4	-4	-13
1983	6	13.5	55	71	2.09	-25	-18	-19	-19	-17	-24	-24	-38	-8	-9	-19
1983	7	17.5	26	91	0.45	-44	-35	-34	-37	-34	-36	-41	-65	-26	-22	-38
1983	8	14.8	84	63	0.60	-46	-38	-37	-38	-36	-38	-46	-65	-29	-25	-46

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>2</sup> , мм	Суммарный расход воды <sup>3</sup> , л/сек	Уровень болотных вод <sup>4</sup> , см										
						Скважина										
						101	102	103	104	106	1076	108	109	210	313	316
Ср. мес.	Сумма за мес.	Сумма за мес.	Ср. мес.	Ср. мес.												
1983	9	11.0	143	26	16.11	-31	-20	-23	-23	-20	-24	-26	-40	-14	-7	-28
1983	10	5.3	215	0	89.53	-16	-10	-10	-8	-10	-16	-13	-30	-1	1	-7
1983	11	-2.0	163	3	61.43	-14	-9	-10	-8	-7	-16	-14	-31	-1	1	-8
1983	12	-4.3	151	1	41.90	-12	-10	-10	-9	-8	-17	-15	-33	-1	2	-8
1984	1	-4.5	100	0	24.95	-12	-10	-11	-10	-9	-16	-16	-32	-2	-2	-11
1984	2	-8.3	59	0	12.17	-14	-12	-14	-11	-11	-16	-18	-34	-3	-2	-12
1984	3	-4.9	29	8	6.85	-17	-14	-16	-13	-12	-16	-19	-34	-3	-2	-14
1984	4	4.1	21	23	153.97	-8	-6	-8	-5	-4	-10	-8	-29	7	10	-2
1984	5	13.1	91	82	31.15	-18	-19	-16	-14	-12	-22	-20	-37	-4	-5	-14
1984	6	13.6	71	86	1.82	-30	-28	-28	-27	-24	-31	-27	-52	-14	-14	-22
1984	7	15.9	134	76	20.20	-22	-18	-18	-17	-14	-20	-19	-36	-5	-5	-13
1984	8	14.3	91	63	5.08	-26	-24	-22	-21	-18	-23	-21	-40	-8	-8	-17
1984	9	10.1	168	16	67.43	-14	-12	-11	-10	-7	-14	-11	-29	0	0	-7
1984	10	6.3	168	5	89.54	-8	-10	-8	-7	-4	-14	-10	-29	1	2	-6
1984	11	-0.9	68	2	44.16	-9	-13	-9	-6	-6	-14	-13	-30	-1	-1	-8
1984	12	-5.3	44	0	15.83	-11	-15	-12	-9	-9	-16	-15	-33	-3	-2	-10
1985	1	-16.4	31	0	3.64	-14	-19	-15	-13	-14	-17	-18	-35	-5	-6	-15
1985	2	-17.3	14	3	1.40	-15	-23	-18	-17	-16	-20	-24	-41	-10	-9	-19
1985	3	-3.0	36	6	0.96	-16	-23	-19	-19	-17	-19	-24	-41	-11	-9	-24
1985	4	0.7	40	18	57.11	-7	-9	-7	-2	-2	-10	-9	-28	1	5	-8
1985	5	9.2	39	39	26.48	-12	-17	-13	-11	-11	-17	-18	-35	-4	-4	-12
1985	6	12.7	50	65	2.61	-22	-24	-21	-19	-19	-24	-26	-41	-11	-11	-25
1985	7	15.2	89	64	1.34	-28	-28	-24	-23	-23	-29	-31	-50	-14	-14	-27
1985	8	16.9	101	58	7.58	-21	-17	-15	-15	-14	-19	-20	-35	-4	-4	-17
1985	9	9.2	119	28	26.20	-17	-13	-12	-11	-14	-17	-15	-32	-1	-1	-11
1985	10	6.5	83	0	35.16	-12	-11	-10	-9	-8	-15	-12	-30	0	1	-8
1985	11	-2.0	77	5	33.86	-11	-12	-9	-9	-7	-16	-13	-31	0	0	-8
1985	12	-8.1	119	0	9.17	-13	-14	-11	-13	-7	-17	-16	-32	-4	-2	-11
1986	1	-8.4	64	0	10.23	-10	-15	-11	-13	-11	-16	-16	-34	-5	1	-10
1986	2	-14.8	13	0	2.72	-14	-19	-14	-15	-14	-16	-18	-35	-7	-1	-14
1986	3	-1.4	57	11	5.13	-13	-16	-14	-13	-10	-14	-16	-34	-7	1	-16
1986	4	3.4	57	25	124.62	-5	-5	0	1	2	-8	-7	-27	-2	11	-1
1986	5	9.6	52	45	13.94	-14	-14	-6	-11	-10	-18	-16	-33	-5	0	-9
1986	6	16.4	43	98	2.24	-25	-27	-22	-21	-22	-28	-29	-50	-12	-10	-22

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>2</sup> , мм	Суммарный расход воды <sup>3</sup> , л/сек	Уровень болотных вод <sup>4</sup> , см										
						Скважина										
						101	102	103	104	106	1076	108	109	210	313	316
Ср. мес.	Сумма за мес.	Сумма за мес.	Ср. мес.	Ср. мес.												
1986	7	17.0	127	76	9.05	-23	-22	-20	-18	-19	-23	-25	-44	-8	-7	-20
1986	8	13.6	153	53	20.80	-22	-17	-18	-16	-14	-19	-17	-35	-6	-1	-13
1986	9	6.5	201	26	96.81	-7	-9	-8	-6	-3	-14	-10	-29	3	4	-5
1986	10	4.5	49	0	26.44	-9	-11	-10	-8	-6	-15	-12	-31	1	2	-6
1986	11	2.0	129	8	59.95	-8	-10	-9	-7	-5	-15	-12	-30	2	3	-5
1986	12	-9.5	98	3	38.02	-6	-11	-10	-8	-7	-14	-13	-30	1	3	-6
1987	1	-21.7	35	2	3.46	-13	-19	-15	-16	-16	-19	-20	-37	-10	-4	-13
1987	2	-7.7	76	1	1.84	-14	-18	-17	-16	-15	-18	-19	-37	-10	-5	-16
1987	3	-7.4	32	1	1.70	-13	-18	-16	-16	-14	-14	-22	-36	-11	-4	-19
1987	4	4.3	24	25	84.03	-4	-5	-6	-2	1	-10	-7	-26	4	9	-3
1987	5	8.3	41	56	48.07	-9	-12	-11	-9	-8	-16	-14	-33	1	2	-8
1987	6	13.6	125	62	22.17	-10	-11	-11	-9	-8	-15	-14	-31	0	2	-7
1987	7	14.5	69	68	6.55	-14	-17	-17	-14	-16	-19	-16	-36	-6	-2	-10
1987	8	12.2	200	36	77.44	-6	-8	-8	-6	-5	-13	-11	-29	2	5	-5
1987	9	8.3	198	29	96.35	-1	-5	-6	-3	-2	-11	-8	-26	4	8	-3
1987	10	4.8	46	0	36.85	-4	-7	-7	-5	-5	-13	-11	-28	2	5	-5
1987	11	-3.5	66	2	9.16	-9	-10	-11	-9	-9	-15	-14	-32	-1	3	-7
1987	12	-7.8	73	0	11.57	-7	-10	-10	-9	-8	-14	-14	-33	0	4	-7
1988	1	-6.7	68	4	32.11	-4	-17	-19	-10	-17	-15	-23	-37	-16	-14	-13
1988	2	-6.1	57	4	4.23	-6	-23	-22	-14	-20	-16	-26	-37	-20	-18	-16
1988	3	-2.2	62	7	5.82	-6	-18	-21	-14	-18	-13	-26	-35	-17	-14	-15
1988	4	1.3	38	25	98.23	-2	-12	-9	-3	-8	-9	-15	-30	-5	-4	-3
1988	5	11.2	23	79	18.46	-10	-21	-20	-13	-17	-18	-24	-38	-14	-13	-11
1988	6	16.8	49	76	1.24	-25	-21	-32	-26	-30	-30	-38	-50	-26	-23	-20
1988	7	19.4	115	63	0.83	-34	-31	-37	-33	-33	-34	-45	-58	-31	-27	-27
1988	8	14.2	174	38	37.15	-16	-35	-23	-12	-14	-17	-23	-35	-12	-13	-12
1988	9	10.3	156	26	59.10	-10	-20	-20	-10	-13	-15	-21	-35	-11	-12	-10
1988	10	4.0	93	0	57.01	-7	-18	-18	-9	-12	-14	-22	-34	-10	-13	-9
1988	11	-5.5	52	2	25.18	-9	-18	-20	-11	-15	-17	-24	-37	-12	-14	-11
1988	12	-8.8	83	2	8.21	-10	-19	-24	-15	-19	-16	-26	-38	-15	-19	-14
1989	1	-1.9	92	0	15.42	-7	-20	-15	-14	-15	-16	-26	-36	-16	-14	-12
1989	2	-1.4	78	1	50.40	-5	-13	-8	-7	-11	-15	-19	-32	-9	-4	-5
1989	3	0.8	86	10	74.49	-3	-12	-5	-4	-8	-14	-15	-30	-4	-4	-3
1989	4	5.6	26	18	81.51	-4	-11	-5	-3	-8	-15	-16	-29	-4	-6	-2

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>2</sup> , мм	Суммарный расход воды <sup>3</sup> , л/сек	Уровень болотных вод <sup>4</sup> , см										
						Скважина										
						101	102	103	104	106	1076	108	109	210	313	316
Ср. мес.	Сумма за мес.	Сумма за мес.	Ср. мес.	Ср. мес.												
1989	5	10.3	24	67	5.17	-11	-21	-15	-13	-18	-23	-24	-36	-12	-14	-10
1989	6	16.5	55	64	1.27	-24	-31	-26	-23	-27	-31	-36	-47	-19	-22	-19
1989	7	17.0	163	71	15.26	-20	-23	-20	-15	-21	-24	-28	-38	-13	-16	-15
1989	8	14.8	109	51	6.44	-17	-23	-18	-16	-18	-22	-25	-35	-12	-15	-13
1989	9	11.0	42	24	6.07	-17	-22	-18	-15	-18	-20	-23	-35	-12	-15	-14
1989	10	4.4	116	0	32.05	-14	-21	-16	-14	-15	-19	-22	-32	-9	-12	-10
1989	11	-0.8	49	3	23.23	-14	-20	-16	-13	-16	-19	-22	-32	-9	-13	-10
1989	12	-7.5	74	0	12.60	-16	-22	-18	-15	-18	-19	-24	-32	-10	-13	-11
1990	1	-7.7	114	0	14.38	-12	-22	-18	-15	-18	-18	-24	-31	-11	-14	-12
1990	2	0.3	146	2	123.29	-4	-15	-9	-6	-10	-13	-15	-29	-1	5	-3
1990	3	-0.4	91	13	109.99	-5	-14	-9	-6	-9	-15	-15	-28	-1	-3	-3
1990	4	5.5	22	21	28.25	-12	-20	-15	-11	-15	-21	-22	-33	-9	-11	-9
1990	5	8.2	92	53	6.89	-22	-28	-22	-19	-22	-29	-30	-41	-17	-19	-17
1990	6	12.7	50	63	6.58	-22	-26	-20	-16	-15	-25	-27	-37	-13	-16	-15
1990	7	15.6	141	63	16.79	-20	-23	-19	-15	-18	-23	-26	-36	-13	-15	-15
1990	8	15.0	42	59	1.93	-26	-28	-24	-19	-25	-27	-30	-46	-15	-23	-20
1990	9	7.4	45	23	1.60	-25	-27	-23	-20	-23	-25	-30	-43	-16	-21	-22
1990	10	4.3	57	0	14.48	-18	-21	-17	-15	-16	-22	-24	-37	-11	-16	-16
1990	11	-2.3	70	4	12.58	-18	-22	-17	-15	-18	-23	-24	-38	-12	-16	-16
1990	12	-3.7	77	0	12.74	-17	-22	-17	-15	-19	-21	-24	-36	-11	-16	-15
1991	1	-6.7	101	0	5.89	-11	-25	-22	-20	-17	-16	-27	-38	-16	-18	-18
1991	2	-8.6	57	1	3.25	-14	-25	-22	-19	-17	-15	-28	-39	-17	-19	-17
1991	3	-3.0	43	6	6.32	-11	-22	-18	-15	-15	-12	-27	-37	-16	-15	-17
1991	4	2.8	54	47	124.17	-6	-17	-14	-8	-7	-13	-20	-32	-5	-5	-6
1991	5	8.6	61	59	18.74	-15	-24	-21	-15	-15	-22	-27	-38	-13	-16	-16
1991	6	13.8	126	63	31.93	-12	-23	-19	-16	-12	-19	-25	-36	-14	-16	-14
1991	7	17.0	120	75	24.29	-14	-27	-24	-20	-18	-23	-30	-41	-18	-22	-19
1991	8	15.7	108	50	23.65	-13	-26	-22	-20	-17	-22	-28	-41	-18	-21	-18
1991	9	9.5	88	29	18.90	-12	-25	-21	-19	-18	-21	-27	-40	-18	-21	-18
1991	10	5.4	97	0	49.82	-7	-22	-16	-15	-11	-17	-24	-37	-15	-16	-13
1991	11	2.2	165	2	88.29	-5	-21	-14	-14	-9	-16	-22	-34	-12	-14	-10
1991	12	-3.2	80	0	16.61	-7	-23	-19	-17	-13	-18	-27	-38	-14	-17	-14
1992	1	-4.5	65	0	20.91	-6	-23	-18	-16	-8	-8	-26	-40	-14	-14	-16
1992	2	-4.0	71	1	4.97	-8	-24	-20	-19	-10	-10	-29	-40	-14	-16	-17

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>2</sup> , мм	Суммарный расход воды <sup>3</sup> , л/сек	Уровень болотных вод <sup>4</sup> , см										
						Скважина										
						101	102	103	104	106	1076	108	109	210	313	316
Ср. мес.	Сумма за мес.	Сумма за мес.	Ср. мес.	Ср. мес.												
1992	3	-0.3	53	8	18.36	-6	-21	-16	-16	-7	-8	-25	-39	-9	-12	-14
1992	4	1.4	75	19	104.54	-3	-17	-10	-8	-2	-5	-17	-33	-5	-5	-8
1992	5	9.7	30	66	21.16	-7	-21	-16	-13	-8	-12	-25	-39	-11	-12	-14
1992	6	14.8	49	93	1.21	-25	-37	-32	-27	-25	-31	-43	-58	-26	-28	-30
1992	7	15.7	49	84	0.49	-31	-40	-36	-34	-27	-34	-49	-65	-27	-28	-35
1992	8	14.6	66	45	0.60	-36	-43	-41	-40	-31	-36	-54	-76	-33	-32	-43
1992	9	11.9	59	12	0.43	-30	-38	-36	-33	-24	-29	-47	-65	-29	-28	-40
1992	10	-0.5	61	3	3.03	-22	-27	-23	-23	-12	-19	-33	-44	-18	-18	-29
1992	11	-4.5	119	0	15.71	-12	-21	-17	-16	-6	-11	-26	-36	-8	-10	-12
1992	12	-1.9	54	0	20.73	-9	-20	-16	-15	-6	-11	-24	-34	-6	-7	-10
1993	1	-3.8	129	3	11.34	-7	-21	-19	-18	-7	-12	-28	-37	-6	-9	-14
1993	2	-4.7	90	4	8.81	-9	-22	-20	-18	-8	-11	-27	-39	-3	-8	-15
1993	3	-3.0	39	10	14.72	-10	-23	-18	-17	-7	-9	-26	-39	-3	-5	-16
1993	4	2.6	24	23	102.60	-5	-17	-10	-8	-1	-5	-18	-35	0	-4	-7
1993	5	12.2	12	83	10.45	-17	-28	-23	-21	-16	-21	-30	-48	-15	-18	-21
1993	6	11.5	53	57	1.27	-24	-32	-29	-27	-20	-27	-36	-58	-20	-25	-32
1993	7	15.5	69	59	0.42	-30	-35	-32	-32	-23	-31	-41	-65	-25	-28	-40
1993	8	13.3	225	61	44.51	-12	-21	-17	-17	-6	-12	-25	-43	-12	-13	-20
1993	9	5.7	23	21	15.72	-11	-21	-17	-16	-7	-14	-25	-43	-13	-18	-16
1993	10	2.5	65	0	18.83	-11	-21	-16	-16	-7	-13	-25	-42	-13	-17	-17
1993	11	-7.8	3	0	2.58	-17	-28	-23	-23	-16	-20	-28	-52	-18	-23	-24
1993	12	-4.8	137	0	1.73	-11	-24	-20	-18	-9	-12	-25	-50	-16	-23	-28
1994	1	-5.0	100	0	3.59	-5	-17	-13	-11	-1	-7	-21	-41	-13	-12	-22
1994	2	-15.1	3	4	3.40	-11	-21	-19	-14	-4	-10	-22	-47	-18	-17	-29
1994	3	-3.9	93	12	4.44	-5	-16	-13	-9	1	-4	-16	-39	-12	-11	-21
1994	4	4.8	40	33	151.47	4	-12	-6	-2	5	-2	-21	-31	-1	2	-7
1994	5	7.7	61	38	23.14	-9	-22	-18	-15	-6	-14	-27	-43	-15	-18	-18
1994	6	13.1	72	65	9.38	-13	-25	-19	-17	-8	-13	-25	-46	-15	-20	-21
1994	7	18.6	3	84	1.25	-29	-43	-37	-33	-27	-33	-44	-67	-31	-33	-43
1994	8	14.6	42	41	0.38	-43	-54	-50	-46	-38	-43	-59	-86	-42	-42	-56
1994	9	10.9	181	15	15.39	-20	-31	-26	-25	-13	-20	-34	-57	-21	-23	-30
1994	10	3.6	112	0	50.90	-7	-20	-15	-14	-3	-13	-24	-38	-11	-13	-11
1994	11	-2.5	59	2	14.79	-9	-22	-18	-16	-5	-14	-26	-40	-13	-16	-14
1994	12	-4.5	88	2	11.27	-9	-23	-19	-17	-6	-13	-26	-40	-14	-18	-15

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>2</sup> , мм	Суммарный расход воды <sup>3</sup> , л/сек	Уровень болотных вод <sup>4</sup> , см										
						Скважина										
						101	102	103	104	106	1076	108	109	210	313	316
Ср. мес.	Сумма за мес.	Сумма за мес.	Ср. мес.	Ср. мес.												
1995	1	-6.3	45	1	31.46	-8	-21	-20	-16	-6	-12	-24	-40	-14	-11	-15
1995	2	-1.9	104	1	19.34	-5	-21	-18	-12	-1	-6	-24	-42	-10	-14	-14
1995	3	-0.3	115	10	36.82	-2	-19	-15	-7	2	-1	-24	-42	-7	-10	-10
1995	4	2.5	32	22	110.03	-3	-18	-13	-7	1	-4	-23	-40	-9	-11	-10
1995	5	9.9	96	69	44.93	-7	-21	-17	-14	-4	-10	-25	-43	-15	-15	-17
1995	6	18.0	69	86	3.02	-18	-32	-28	-25	-17	-22	-33	-53	-25	-26	-32
1995	7	15.0	81	76	4.66	-20	-31	-27	-24	-16	-20	-31	-53	-24	-22	-32
1995	8	15.3	37	43	0.42	-32	-41	-37	-34	-26	-30	-44	-74	-33	-34	-51
1995	9	10.2	58	23	0.62	-30	-37	-33	-32	-21	-27	-39	-66	-30	-32	-50
1995	10	7.2	90	0	7.24	-21	-27	-23	-22	-10	-16	-30	-49	-21	-22	-35
1995	11	-3.8	111	5	15.69	-12	-24	-19	-18	-7	-12	-28	-46	-17	-19	-22
1995	12	-12.3	27	3	6.59	-14	-27	-22	-22	-12	-15	-30	-50	-20	-23	-25
1996	1	-9.1	22	3	1.45	-18	-31	-26	-26	-16	-19	-31	-53	-24	-26	-36
1996	2	-13.3	41	3	0.97	-21	-33	-28	-27	-19	-20	-32	-54	-26	-27	-42
1996	3	-6.0	20	11	0.10	-23	-33	-28	-27	-20	-21	-32	-54	-29	-26	-44
1996	4	1.1	34	17	50.20	-12	-22	-15	-9	-6	-10	-22	-40	-13	-12	-23
1996	5	8.6	107	55	51.36	-12	-21	-16	-13	-8	-14	-24	-41	-12	-13	-15
1996	6	13.4	56	60	16.08	-13	-24	-20	-18	-10	-15	-27	-46	-16	-20	-21
1996	7	14.9	51	65	18.56	-10	-22	-18	-17	-8	-14	-23	-46	-15	-17	-21
1996	8	15.8	34	49	1.96	-22	-33	-28	-26	-20	-26	-34	-58	-24	-27	-36
1996	9	8.1	18	20	0.19	-32	-41	-37	-35	-30	-37	-44	-74	-37	-37	-52
1996	10	5.1	90	0	1.73	-18	-25	-22	-22	-12	-21	-28	-52	-24	-25	-36
1996	11	2.8	155	1	54.79	-6	-16	-12	-9	-1	-11	-17	-41	-12	-12	-17
1996	12	-7.2	117	5	55.09	-7	-18	-13	-9	-4	-13	-20	-41	-13	-14	-18
1997	1	-7.5	81	1	6.94	-11	-21	-18	-17	-8	-15	-26	-44	-16	-18	-21
1997	2	-5.1	67	5	10.94	-9	-19	-15	-14	-5	-12	-23	-42	-13	-15	-20
1997	3	-2.6	55	7	41.10	-7	-18	-13	-11	-4	-11	-20	-41	-12	-8	-16
1997	4	0.7	45	26	63.26	-7	-18	-12	-9	-3	-9	-18	-37	-9	-7	-14
1997	5	7.5	59	35	41.84	-10	-20	-16	-13	-6	-13	-22	-42	-11	-12	-17
1997	6	15.4	67	82	6.13	-19	-26	-21	-20	-14	-19	-29	-50	-19	-21	-23
1997	7	17.5	73	56	1.13	-25	-31	-27	-26	-18	-25	-33	-54	-24	-25	-37
1997	8	16.6	33	51	0.14	-37	-39	-36	-32	-27	-33	-43	-69	-30	-33	-51
1997	9	8.9	132	9	5.01	-25	-30	-27	-26	-16	-23	-35	-58	-23	-27	-41
1997	10	2.2	95	0	31.33	-9	-21	-16	-15	-4	-11	-23	-45	-15	-17	-20

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>2</sup> , мм	Суммарный расход воды <sup>3</sup> , л/сек	Уровень болотных вод <sup>4</sup> , см										
						Скважина										
						101	102	103	104	106	1076	108	109	210	313	316
Ср. мес.	Сумма за мес.	Сумма за мес.	Ср. мес.	Ср. мес.												
1997	11	-1.8	89	3	43.40	-9	-21	-17	-14	-6	-12	-23	-43	-15	-17	-20
1997	12	-7.3	42	0	6.80	-14	-24	-22	-20	-12	-15	-30	-48	-18	-25	-25
1998	1	-3.3	96	1	6.81	-14	-24	-21	-20	-10	-14	-30	-46	-19	-23	-26
1998	2	-9.3	53	0	8.07	-13	-22	-20	-18	-9	-11	-27	-46	-14	-19	-24
1998	3	-7.2	58	5	12.83	-13	-21	-19	-18	-9	-12	-27	-45	-17	-16	-24
1998	4	1.4	30	26	85.79	-10	-19	-15	-7	-4	-8	-20	-41	-13	-11	-17
1998	5	9.6	34	42	25.14	-14	-23	-18	-16	-10	-15	-24	-46	-15	-17	-21
1998	6	15.0	93	55	7.89	-18	-23	-19	-17	-9	-15	-25	-46	-16	-18	-26
1998	7	16.6	133	74	18.14	-17	-23	-19	-17	-9	-13	-24	-47	-17	-17	-26
1998	8	12.9	144	90	49.50	-9	-19	-15	-13	-6	-10	-21	-44	-15	-15	-19
1998	9	10.0	48	37	11.70	-13	-24	-20	-18	-9	-13	-25	-48	-17	-18	-23
1998	10	4.8	141	0	55.97	-13	-21	-15	-15	-6	-10	-22	-45	-15	-16	-20
1998	11	-6.5	23	5	19.60	-11	-23	-19	-19	-10	-14	-25	-47	-17	-20	-24
1998	12	-5.6	84	0	5.25	-13	-23	-19	-18	-9	-11	-22	-47	-17	-18	-25
1999	1	-9.3	81	3	12.04	-9	-20	-14	-12	-4	-6	-18	-46	-17	-12	-21
1999	2	-10.2	63	2	8.71	-9	-21	-16	-12	-3	-4	-19	-52	-15	-17	-25
1999	3	-2.4	29	11	5.74	-12	-22	-18	-14	-5	-7	-15	-48	-13	-18	-29
1999	4	5.6	29	22	121.30	-1	-13	-9	-4	1	-5	-10	-38	-6	-5	-10
1999	5	6.1	25	64	7.56	-14	-25	-20	-18	-11	-17	-26	-50	-20	-22	-26
1999	6	19.2	39	92	1.33	-28	-36	-30	-27	-22	-29	-37	-60	-30	-28	-42
1999	7	18.5	35	67	0.14	-51	-54	-48	-44	-38	-46	-57	-80	-39	-38	-57
1999	8	14.4	31	38	0.00	-55	-62	-56	-51	-45	-52	-68	-94	-45	-44	-63
1999	9	11.2	20	21	0.01	-59	-67	-61	-58	-49	-54	-73	-103	-50	-47	-68
1999	10	6.0	96	0	0.81	-37	-45	-42	-39	-30	-31	-50	-87	-45	-42	-63
1999	11	-1.2	43	3	1.09	-32	-37	-34	-30	-19	-23	-39	-62	-38	-33	-56
1999	12	-2.9	114	0	14.74	-21	-27	-22	-19	-10	-16	-29	-49	-21	-22	-39
2000	1	-6.3	71	1	14.51	-18	-26	-22	-19	-10	-15	-27	-49	-18	-21	-26
2000	2	-4.4	57	0	9.08	-18	-27	-22	-19	-12	-15	-27	-50	-19	-22	-27
2000	3	-2.2	80	10	16.10	-16	-25	-20	-18	-11	-14	-26	-48	-17	-20	-24
2000	4	5.9	33	19	78.12	-12	-21	-15	-11	-6	-11	-19	-44	-13	-14	-18
2000	5	9.1	48	57	8.16	-21	-27	-23	-21	-16	-20	-28	-54	-22	-25	-34
2000	6	14.3	90	66	3.31	-27	-31	-25	-24	-17	-25	-32	-57	-26	-28	-47
2000	7	17.1	118	54	15.30	-20	-24	-19	-18	-10	-15	-26	-48	-18	-21	-33
2000	8	14.9	52	39	4.96	-26	-28	-24	-22	-16	-18	-27	-53	-23	-26	-40

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>2</sup> , мм	Суммарный расход воды <sup>3</sup> , л/сек	Уровень болотных вод <sup>4</sup> , см										
						Скважина										
						101	102	103	104	106	1076	108	109	210	313	316
Ср. мес.	Сумма за мес.	Сумма за мес.	Ср. мес.	Ср. мес.												
2000	9	8.6	46	23	4.18	-27	-28	-24	-23	-14	-18	-28	-53	-24	-23	-41
2000	10	6.7	83	0	11.74	-23	-25	-21	-22	-12	-14	-25	-50	-21	-22	-33
2000	11	1.5	98	5	54.13	-13	-19	-16	-14	-8	-11	-22	-46	-17	-18	-23
2000	12	-1.8	84	0	42.13	-12	-19	-16	-14	-9	-11	-23	-47	-17	-19	-23
2001	1	-4.3	40	2	6.75	-18	-24	-21	-20	-15	-16	-28	-52	-21	-25	-30
2001	2	-8.4	59	1	5.98	-20	-24	-20	-20	-13	-15	-27	-51	-19	-23	-30
2001	3	-5.9	46	11	9.61	-18	-24	-20	-19	-13	-13	-27	-50	-18	-20	-30
2001	4	6.5	60	19	82.90	-9	-17	-12	-10	-5	-8	-18	-42	-11	-11	-18
2001	5	8.9	56	46	12.42	-16	-23	-19	-17	-12	-14	-25	-49	-18	-20	-25
2001	6	13.9	81	61	10.36	-18	-23	-20	-18	-11	-14	-24	-50	-19	-21	-27
2001	7	20.3	89	75	1.29	-30	-36	-31	-28	-24	-25	-35	-64	-28	-30	-46
2001	8	14.9	79	46	3.77	-28	-31	-27	-24	-19	-20	-30	-63	-25	-28	-46
2001	9	11.0	61	27	2.71	-29	-30	-26	-24	-17	-20	-29	-61	-25	-30	-50
2001	10	5.9	115	0	29.32	-15	-22	-18	-16	-10	-11	-23	-46	-18	-19	-26
2001	11	-2.4	135	3	56.55	-12	-20	-17	-15	-10	-11	-22	-48	-18	-17	-24
2001	12	-11.7	49	2	6.32	-18	-26	-22	-21	-16	-16	-28	-53	-21	-25	-31
2002	1	-6.1	69	1	8.13	-17	-24	-20	-19	-13	-14	-27	-49	-19	-22	-29
2002	2	-2.1	82	0	50.60	-9	-20	-16	-11	-8	-10	-19	-43	-13	-12	-21
2002	3	-0.9	73	7	27.53	-11	-20	-17	-12	-10	-11	-21	-44	-14	-15	-21
2002	4	4.0	21	20	69.76	-9	-16	-12	-9	-7	-10	-16	-40	-11	-12	-17
2002	5	11.1	30	62	12.29	-16	-24	-20	-17	-14	-19	-24	-50	-18	-20	-27
2002	6	15.6	94	73	1.79	-26	-32	-28	-27	-22	-26	-33	-60	-27	-28	-42
2002	7	19.3	126	60	6.99	-25	-28	-24	-20	-16	-21	-30	-56	-22	-24	-39
2002	8	16.7	16	41	2.32	-31	-36	-32	-28	-23	-28	-33	-67	-28	-30	-47
2002	9	9.2	47	26	0.29	-36	-41	-38	-37	-29	-33	-40	-77	-36	-36	-57
2002	10	-0.4	54	0	1.47	-26	-29	-27	-25	-17	-22	-29	-58	-28	-27	-49
2002	11	-4.2	70	2	5.19	-23	-24	-21	-20	-11	-16	-27	-52	-21	-23	-39
2002	12	-12.6	30	1	3.90	-22	-27	-23	-21	-14	-18	-26	-55	-23	-24	-39
2003	1	-12.7	69	0	0.71	-27	-29	-25	-24	-17	-20	-27	-62	-27	-28	-47
2003	2	-7.5	30	0	0.43	-26	-28	-24	-24	-18	-19	-27	-59	-29	-26	-50
2003	3	-4.2	38	13	1.49	-22	-26	-22	-21	-13	-15	-25	-51	-25	-20	-46
2003	4	0.6	36	30	62.57	-11	-16	-13	-10	-5	-7	-15	-41	-12	-10	-24
2003	5	10.5	88	27	53.52	-11	-21	-17	-13	-10	-13	-22	-45	-12	-15	-20
2003	6	11.3	76	54	9.36	-17	-25	-20	-18	-13	-15	-24	-50	-16	-20	-27

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>2</sup> , мм	Суммарный расход воды <sup>3</sup> , л/сек	Уровень болотных вод <sup>4</sup> , см										
						Скважина										
						101	102	103	104	106	1076	108	109	210	313	316
Ср. мес.	Сумма за мес.	Сумма за мес.	Ср. мес.	Ср. мес.												
2003	7	19.9	53	76	2.90	-25	-34	-30	-27	-20	-24	-29	-56	-22	-25	-42
2003	8	14.9	96	43	1.96	-28	-37	-35	-32	-23	-25	-32	-57	-25	-28	-49
2003	9	10.2	45	27	2.99	-29	-31	-29	-28	-19	-19	-30	-52	-23	-25	-50
2003	10	3.0	117	0	36.40	-17	-24	-19	-18	-11	-13	-24	-46	-16	-18	-29
2003	11	1.1	57	4	20.04	-15	-24	-18	-18	-11	-13	-25	-48	-16	-19	-26
2003	12	-2.9	135	4	29.41	-12	-23	-18	-17	-10	-12	-25	-47	-14	-16	-24
2004	1	-11.6	31	0	13.87	-15	-25	-21	-20	-13	-15	-26	-49	-16	-17	-29
2004	2	-7.6	86	3	7.31	-14	-24	-20	-18	-13	-14	-26	-48	-15	-16	-29
2004	3	-2.4	52	12	10.84	-15	-23	-18	-16	-12	-13	-25	-47	-13	-13	-29
2004	4	2.0	12	25	91.46	-8	-17	-12	-7	-6	-8	-16	-40	-7	-7	-18
2004	5	8.9	100	60	20.85	-13	-20	-17	-14	-11	-15	-22	-47	-13	-15	-26
2004	6	13.1	99	60	19.88	-11	-20	-16	-14	-9	-14	-21	-47	-13	-13	-25
2004	7	16.7	94	87	18.12	-12	-21	-17	-15	-11	-14	-22	-49	-16	-16	-27
2004	8	16.2	111	59	10.80	-15	-23	-19	-17	-13	-16	-23	-51	-19	-18	-32
2004	9	12.0	103	20	23.12	-11	-19	-16	-14	-8	-12	-21	-48	-17	-17	-28
2004	10	4.3	69	0	33.75	-9	-19	-14	-13	-7	-12	-22	-49	-17	-17	-26
2004	11	-1.8	60	2	26.92	-9	-19	-14	-14	-8	-12	-22	-50	-17	-17	-27
2004	12	-3.2	116	0	17.55	-8	-19	-15	-14	-7	-11	-24	-51	-15	-16	-30
2005	1	-3.2	122	1	44.82	-5	-18	-11	-10	-6	-9	-21	-48	-16	-13	-25
2005	2	-9.1	31	0	9.34	-10	-22	-16	-15	-10	-13	-25	-53	-16	-17	-29
2005	3	-9.2	18	6	2.95	-16	-24	-20	-19	-14	-15	-27	-55	-18	-21	-35
2005	4	2.5	42	25	93.49	-7	-15	-11	-8	-3	-6	-15	-45	-8	-8	-21
2005	5	9.3	79	59	28.88	-9	-18	-13	-11	-8	-12	-20	-47	-13	-13	-23
2005	6	14.3	70	72	7.56	-15	-24	-19	-17	-13	-17	-25	-55	-19	-19	-32
2005	7	18.4	143	78	5.82	-25	-33	-28	-28	-21	-24	-31	-62	-28	-25	-44
2005	8	16.3	120	52	30.58	-12	-22	-18	-16	-10	-13	-24	-51	-17	-16	-29
2005	9	11.1	45	26	5.36	-16	-25	-22	-21	-13	-15	-26	-54	-21	-21	-33
2005	10	5.4	41	0	7.04	-16	-25	-21	-20	-13	-15	-25	-55	-22	-20	-36
2005	11	1.6	102	1	33.83	-9	-20	-15	-12	-7	-11	-21	-48	-16	-15	-27
2005	12	-5.5	64	0	14.53	-11	-22	-17	-16	-10	-13	-24	-54	-18	-17	-31
2006	1	-8.1	45	0	4.85	-13	-22	-18	-17	-12	-13	-24	-54	-18	-17	-33
2006	2	-13.0	15	2	1.47	-19	-25	-20	-20	-16	-17	-26	-52	-21	-18	-38
2006	3	-8.0	36	12	1.08	-23	-26	-21	-20	-18	-18	-26	-52	-21	-17	-42
2006	4	3.3	39	30	77.49	-8	-12	-8	-7	-5	-7	-11	-42	-8	-5	-20

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>2</sup> , мм	Суммарный расход воды <sup>3</sup> , л/сек	Уровень болотных вод <sup>4</sup> , см										
						Скважина										
						101	102	103	104	106	1076	108	109	210	313	316
Ср. мес.	Сумма за мес.	Сумма за мес.	Ср. мес.	Ср. мес.												
2006	5	9.8	44	58	9.45	-15	-22	-17	-16	-15	-18	-24	-52	-16	-16	-29
2006	6	15.6	53	72	5.45	-22	-28	-25	-22	-20	-24	-28	-60	-21	-20	-40
2006	7	16.9	40	77	0.35	-41	-43	-40	-36	-36	-40	-46	-82	-35	-32	-61
2006	8	17.0	46	71	0.01	-51	-52	-48	-47	-45	-49	-56	-88	-40	-38	-71
2006	9	11.9	24	27	0.01	-44	-48	-45	-42	-40	-42	-49	-93	-43	-40	-71
2006	10	6.5	192	0	13.50	-21	-26	-22	-22	-16	-19	-28	-60	-21	-23	-48
2006	11	-0.2	112	1	49.74	-11	-18	-13	-11	-8	-13	-18	-48	-12	-12	-25
2006	12	1.2	88	0	49.65	-10	-18	-13	-11	-8	-13	-17	-48	-11	-12	-25
2007	1	-5.1	137	0	39.73	-9	-17	-12	-11	-8	-11	-17	-48	-8	-8	-25
2007	2	-13.2	29	0	5.68	-17	-23	-19	-18	-15	-17	-25	-56	-16	-14	-42
2007	3	2.0	48	9	24.86	-13	-17	-12	-9	-6	-7	-18	-49	-9	-6	-32
2007	4	3.5	35	16	25.14	-13	-17	-12	-10	-8	-11	-16	-49	-10	-11	-25
2007	5	10.6	60	19	13.56	-15	-19	-15	-13	-11	-15	-18	-50	-13	-15	-30
2007	6	14.5	92	69	2.71	-25	-27	-23	-22	-19	-24	-26	-61	-24	-24	-51
2007	7	17.0	74	67	1.94	-26	-25	-22	-21	-14	-20	-23	-57	-24	-22	-50
2007	8	17.6	88	58	1.23	-34	-32	-29	-28	-22	-27	-32	-70	-29	-29	-63
2007	9	9.7	128	26	24.08	-18	-19	-15	-13	-10	-14	-18	-50	-15	-15	-31
2007	10	5.5	58	0	14.70	-13	-19	-16	-15	-9	-14	-20	-51	-15	-17	-29
2007	11	-2.4	61	3	17.42	-12	-20	-17	-15	-10	-15	-21	-52	-16	-17	-30
2007	12	-0.3	60	2	17.51	-12	-20	-16	-14	-8	-14	-22	-51	-13	-15	-29
2008	1	-3.3	100	0	10.51	-11	-19	-15	-13	-9	-12	-22	-51	-12	-16	-29
2008	2	-1.3	87	0	23.11	-7	-20	-14	-11	-8	-8	-22	-49	-11	-10	-26
2008	3	-1.4	62	6	22.81	-7	-18	-13	-10	-8	-6	-20	-49	-13	-10	-25
2008	4	4.4	56	27	107.41	-6	-14	-9	-5	-4	-6	-12	-43	-8	-5	-19
2008	5	9.2	32	44	6.69	-18	-21	-17	-16	-14	-18	-22	-55	-19	-18	-34
2008	6	13.5	88	61	3.16	-23	-22	-20	-18	-14	-20	-24	-57	-22	-21	-43
2008	7	16.3	75	62	1.95	-26	-22	-20	-19	-12	-18	-23	-58	-23	-24	-48
2008	8	14.5	119	53	5.91	-25	-22	-20	-19	-13	-16	-22	-57	-20	-21	-45
2008	9	9.3	47	44	15.49	-18	-20	-16	-15	-11	-14	-19	-54	-18	-18	-33
2008	10	7.2	203	0	61.37	-12	-18	-12	-11	-7	-12	-17	-48	-13	-13	-28
2008	11	1.6	98	0	56.69	-10	-18	-12	-11	-7	-11	-18	-48	-12	-12	-25
2008	12	-1.9	66	0	33.70	-12	-18	-14	-13	-9	-13	-21	-50	-14	-13	-28
2009	1	-5.4	69	0	16.83	-15	-19	-15	-14	-11	-14	-22	-50	-14	-14	-30
2009	2	-6.1	43	1	8.35	-18	-21	-16	-15	-12	-16	-23	-50	-15	-15	-32

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>2</sup> , мм	Суммарный расход воды <sup>3</sup> , л/сек	Уровень болотных вод <sup>4</sup> , см										
						Скважина										
						101	102	103	104	106	1076	108	109	210	313	316
Ср. мес.	Сумма за мес.	Сумма за мес.	Ср. мес.	Ср. мес.												
2009	3	-3.0	35	7	4.32	-20	-21	-17	-16	-13	-17	-24	-51	-17	-16	-35
2009	4	2.6	23	23	48.88	-11	-15	-11	-9	-6	-9	-16	-43	-8	-7	-23
2009	5	10.8	15	28	14.07	-17	-21	-17	-16	-13	-17	-23	-51	-17	-15	-32
2009	6	13.7	126	113	9.04	-19	-21	-16	-17	-11	-15	-22	-51	-15	-14	-32
2009	7	16.6	95	79	7.51	-20	-22	-17	-16	-12	-14	-22	-52	-14	-14	-35
2009	8	15.0	169	79	25.59	-20	-23	-18	-18	-13	-15	-21	-52	-17	-15	-36
2009	9	12.2	108	52	42.45	-13	-19	-14	-13	-10	-12	-21	-48	-12	-11	-27
2009	10	2.7	158	0	80.82	-9	-16	-11	-10	-8	-11	-19	-45	-10	-8	-24
2009	11	0.8	93	3	46.94	-11	-18	-13	-12	-9	-11	-22	-49	-11	-11	-26
2009	12	-7.5	87	2	24.90	-14	-19	-15	-15	-11	-14	-24	-52	-14	-13	-30
2010	1	-14.8	30	0	5.92	-19	-21	-18	-18	-16	-17	-27	-54	-17	-14	-38
2010	2	-10.5	63	0	2.31	-22	-22	-18	-21	-17	-18	-27	-58	-19	-16	-44
2010	3	-4.3	73	5	3.09	-19	-20	-16	-17	-13	-13	-25	-55	-19	-13	-46
2010	4	4.5	25	26	120.32	-8	-12	-5	-4	-4	-5	-11	-42	-6	1	-21
2010	5	12.0	68	48	18.92	-15	-18	-13	-13	-11	-14	-21	-51	-14	-12	-29
2010	6	14.1	135	102	23.53	-17	-20	-14	-13	-11	-14	-23	-52	-16	-13	-33
2010	7	22.6	38	89	3.24	-27	-29	-25	-24	-23	-25	-29	-65	-21	-21	-45
2010	8	17.8	57	60	0.67	-41	-41	-37	-38	-33	-34	-39	-83	-33	-31	-64
2010	9	10.3	62	22	1.24	-28	-27	-25	-26	-17	-22	-29	-62	-24	-23	-55
2010	10	3.3	69	0	4.84	-27	-26	-21	-23	-16	-19	-28	-60	-23	-20	-50
2010	11	-1.5	154	0	51.74	-16	-20	-13	-13	-10	-12	-21	-52	-14	-12	-30
2010	12	-9.8	63	5	10.16	-18	-22	-18	-17	-13	-14	-24	-56	-19	-16	-36
2011	1	-7.9	106	0	5.80	-18	-21	-16	-14	-12	-13	-23	-55	-17	-15	-36
2011	2	-13.9	56	1	4.34	-17	-19	-14	-13	-11	-13	-23	-55	-17	-14	-36
2011	3	-3.3	37	13	3.46	-18	-18	-14	-12	-11	-13	-21	-56	-17	-13	-38
2011	4	3.9	3	27	125.52	-9	-11	-5	-3	-4	-5	-10	-44	-6	-6	-24
2011	5	9.6	52	64	18.95	-15	-17	-12	-10	-10	-14	-20	-54	-13	-11	-33
2011	6	16.2	37	72	1.89	-31	-28	-24	-22	-19	-25	-27	-65	-24	-20	-51
2011	7	20.7	132	68	1.37	-36	-33	-29	-30	-25	-31	-32	-75	-28	-25	-55
2011	8	15.7	73	42	4.52	-25	-21	-17	-16	-10	-18	-23	-56	-19	-17	-47
2011	9	11.3	201	23	65.77	-14	-17	-11	-10	-5	-12	-15	-50	-13	-11	-31
2011	10	6.1	70	0	31.22	-11	-18	-9	-10	-7	-11	-17	-54	-14	-14	-29
2011	11	1.8	68	3	24.64	-11	-18	-10	-10	-6	-12	-19	-55	-15	-15	-31
2011	12	0.6	168	4	77.35	-7	-15	-7	-6	-3	-8	-13	-50	-11	-10	-26

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>2</sup> , мм	Суммарный расход воды <sup>3</sup> , л/сек	Уровень болотных вод <sup>4</sup> , см										
						Скважина										
						101	102	103	104	106	1076	108	109	210	313	316
Ср. мес.		Сумма за мес.	Сумма за мес.	Ср. мес.	Ср. мес.											
2012	1	-7.7	71	0	21.83	-10	-18	-9	-9	-7	-10	-19	-54	-9	-13	-30
2012	2	-13.7	46	5	3.51	-22	-19	-13	-14	-13	-17	-22	-57	-20	-15	-38
2012	3	-2.4	64	9	3.18	-22	-16	-11	-12	-12	-13	-20	-55	-12	-11	-38
2012	4	2.5	58	25	93.20	-9	-9	-4	-2	-4	-7	-11	-48	-4	-4	-27
2012	5	10.6	56	57	23.01	-13	-16	-11	-7	-10	-13	-18	-54	-12	-11	-31
2012	6	13.4	118	80	10.19	-14	-18	-12	-10	-10	-15	-20	-56	-15	-14	-37
2012	7	17.9	141	110	20.05	-16	-20	-15	-13	-12	-14	-21	-58	-17	-16	-39
2012	8	14.3	92	54	10.72	-15	-20	-15	-14	-13	-13	-22	-57	-16	-16	-39
2012	9	11.4	115	44	29.12	-11	-18	-11	-11	-9	-11	-18	-54	-15	-14	-33
2012	10	4.8	110	0	41.26	-10	-17	-10	-9	-9	-9	-17	-55	-15	-15	-32
2012	11	1.9	91	4	53.22	-9	-16	-9	-10	-8	-9	-16	-55	-15	-15	-31
2012	12	-9.4	63	1	8.05	-14	-20	-13	-14	-12	-12	-22	-59	-20	-19	-38
2013	1	-7.8	52	0	8.81	-14	-19	-13	-13	-12	-12	-22	-58	-18	-17	-37
2013	2	-3.8	34	2	3.09	-16	-19	-14	-14	-12	-13	-22	-57	-19	-18	-40
2013	3	-8.9	11	9	1.93	-19	-19	-15	-15	-13	-15	-23	-58	-20	-19	-41
2013	4	2.3	59	26	72.66	-12	-14	-8	-8	-7	-9	-13	-52	-16	-11	-32
2013	5	13.1	107	151	42.82	-11	-15	-9	-7	-10	-9	-16	-53	-13	-11	-30
2013	6	18.2	42	89	4.97	-22	-24	-19	-16	-19	-18	-25	-66	-23	-20	-47
2013	7	17.4	88	69	4.35	-27	-27	-24	-21	-18	-19	-28	-65	-26	-22	-58
2013	8	16.5	105	45	8.43	-24	-27	-21	-21	-14	-18	-26	-64	-24	-21	-54
2013	9	10.2	60	23	4.42	-25	-23	-19	-17	-14	-16	-25	-62	-21	-20	-56
2013	10	5.2	117	0	21.96	-20	-22	-16	-16	-12	-11	-21	-58	-19	-17	-44
2013	11	2.8	141	1	87.07	-12	-21	-14	-13	-10	-9	-19	-55	-15	-12	-31
2013	12	-0.6	98	0	46.83	-14	-23	-16	-14	-12	-10	-21	-56	-17	-14	-33
2014	1	-9.0	38	0	31.15	-17	-22	-16	-17	-13	-12	-25	-62	-17	-15	-35
2014	2	-1.6	58	1	3.56	-23	-21	-19	-19	-17	-19	-28	-62	-18	-19	-44
2014	3	0.4	34	3	18.17	-18	-21	-14	-11	-8	-8	-17	-58	-16	-10	-38
2014	4	4.3	15	25	14.70	-19	-22	-17	-12	-10	-14	-22	-59	-16	-13	-36
2014	5	11.1	150	91	28.62	-14	-22	-15	-13	-10	-10	-21	-56	-16	-12	-34
2014	6	13.3	77	58	17.35	-17	-24	-17	-15	-13	-12	-24	-60	-19	-19	-38
2014	7	19.3	57	84	2.74	-26	-28	-25	-21	-20	-20	-29	-71	-27	-23	-53
2014	8	16.7	203	64	21.00	-31	-34	-28	-26	-25	-25	-31	-75	-29	-26	-58
2014	9	11.3	60	30	20.65	-15	-24	-18	-16	-13	-13	-24	-60	-20	-18	-40
2014	10	3.5	37	0	11.92	-19	-22	-16	-15	-14	-13	-23	-60	-20	-18	-41

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>2</sup> , мм	Суммарный расход воды <sup>3</sup> , л/сек	Уровень болотных вод <sup>4</sup> , см										
						Скважина										
						101	102	103	104	106	1076	108	109	210	313	316
Ср. мес.	Сумма за мес.	Сумма за мес.	Ср. мес.	Ср. мес.												
2014	11	-0.1	57	0	27.01	-18	-21	-15	-13	-14	-12	-21	-60	-19	-17	-39
2014	12	-2.9	84	2	14.65	-18	-21	-16	-14	-14	-13	-22	-60	-20	-18	-41
2015	1	-4.4	94	0	25.09	-14	-20	-15	-13	-14	-12	-20	-59	-19	-17	-37
2015	2	-2.2	65	0	10.58	-15	-19	-14	-14	-13	-12	-20	-58	-18	-17	-40
2015	3	0.6	36	7	36.69	-12	-15	-10	-9	-10	-9	-14	-55	-13	-12	-30
2015	4	3.9	66	25	64.56	-9	-13	-8	-6	-9	-8	-12	-52	-12	-10	-29
2015	5	9.6	58	44	14.69	-15	-20	-13	-11	-13	-12	-18	-57	-16	-14	-35
2015	6	14.2	41	67	1.86	-24	-24	-20	-18	-19	-20	-24	-63	-26	-22	-50
2015	7	15.3	99	55	1.69	-32	-29	-24	-24	-21	-21	-29	-70	-29	-24	-57
2015	8	15.8	54	53	1.39	-40	-31	-26	-26	-23	-22	-29	-71	-31	-25	-63
2015	9	11.8	53	37	1.41	-38	-32	-27	-27	-23	-22	-31	-72	-36	-28	-70
2015	10	3.4	42	0	5.61	-31	-25	-19	-18	-16	-16	-23	-63	-26	-22	-58
2015	11	1.8	104	3	27.99	-19	-19	-13	-12	-11	-12	-16	-58	-19	-17	-40
2015	12	0.3	134	4	77.27	-12	-17	-10	-9	-10	-11	-14	-56	-17	-15	-33
2016	1	-14.9	80	0	7.18	-19	-21	-16	-16	-18	-17	-20	-63	-23	-15	-46
2016	2	-1.2	110	0	25.29	-13	-15	-7	-4	-9	-6	-11	-56	-15	-9	-32
2016	3	-1.0	25	8	20.94	-13	-17	-10	-6	-10	-7	-14	-59	-12	-8	-32
2016	4	4.7	74	14	83.48	-11	-15	-8	-5	-8	-9	-14	-54	-13	-9	-29
2016	5	12.6	22	64	15.64	-20	-25	-17	-15	-18	-16	-23	-62	-23	-19	-42
2016	6	15.1	82	54	2.11	-29	-28	-21	-20	-19	-21	-26	-70	-28	-24	-55
2016	7	17.8	104	70	19.38	-21	-23	-17	-14	-15	-15	-21	-62	-22	-19	-44
2016	8	15.6	209	154	60.46	-16	-21	-14	-13	-13	-12	-18	-59	-20	-17	-38
2016	9	11.4	72	54	22.72	-15	-21	-15	-13	-13	-12	-19	-60	-20	-18	-38
2016	10	3.6	90	0	32.21	-16	-22	-15	-12	-13	-12	-19	-62	-21	-17	-40
2016	11	-2.7	122	4	68.83	-12	-19	-13	-9	-10	-10	-16	-59	-18	-14	-36
2016	12	-2.4	46	2	28.15	-14	-21	-14	-11	-11	-10	-18	-61	-20	-16	-38
2017	1	-5.0	37	2	12.33	-14	-21	-15	-13	-13	-12	-19	-62	-21	-15	-42
2017	2	-4.9	40	4	4.90	-21	-25	-16	-15	-17	-14	-22	-64	-22	-15	-46
2017	3	-0.1	48	11	16.56	-15	-20	-13	-10	-13	-9	-16	-62	-17	-10	-40
2017	4	1.2	81	21	66.22	-11	-16	-8	-6	-10	-9	-12	-56	-14	-9	-31
2017	5	7.7	21	73	17.76	-19	-22	-14	-12	-15	-13	-20	-63	-21	-17	-41
2017	6	12.4	96	64	6.31	-23	-23	-15	-14	-14	-15	-23	-64	-23	-20	-48
2017	7	15.4	77	60	7.32	-24	-24	-17	-15	-16	-14	-22	-66	-24	-21	-49
2017	8	15.9	182	131	42.62	-17	-20	-13	-13	-13	-9	-18	-60	-20	-17	-41

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>2</sup> , мм	Суммарный расход воды <sup>3</sup> , л/сек	Уровень болотных вод <sup>4</sup> , см										
						Скважина										
						101	102	103	104	106	1076	108	109	210	313	316
Ср. мес.	Сумма за мес.	Сумма за мес.	Ср. мес.	Ср. мес.												
2017	9	10.9	120	28	53.85	-14	-19	-14	-12	-13	-9	-17	-62	-21	-18	-40
2017	10	4.1	140	0	61.88	-11	-15	-11	-9	-11	-8	-15	-58	-18	-15	-35
2017	11	1.0	78	3	34.17	-14	-16	-11	-8	-12	-9	-15	-59	-19	-15	-36
2017	12	-0.8	136	1	31.59	-12	-15	-10	-8	-12	-8	-15	-59	-17	-14	-36
2018	1	-4.3	73	0	39.35	-13	-16	-11	-8	-12	-8	-15	-58	-16	-14	-36
2018	2	-9.9	33	4	9.72	-16	-19	-14	-12	-15	-11	-18	-61	-18	-16	-39
2018	3	-6.2	37	16	5.55	-22	-18	-13	-13	-15	-13	-19	-63	-19	-16	-42
2018	4	4.3	74	34	96.16	-11	-10	-5	-3	-7	-6	-6	-52	-11	-7	-28
2018	5	13.2	15	82	10.62	-20	-20	-16	-12	-17	-16	-19	-61	-22	-17	-41
2018	6	14.6	33	57	0.60	-38	-35	-28	-27	-33	-33	-31	-85	-34	-27	-62
2018	7	19.7	117	66	5.26	-31	-25	-21	-19	-19	-19	-27	-67	-25	-20	-52
2018	8	17.2	134	70	8.32	-29	-25	-19	-18	-19	-18	-22	-68	-23	-19	-50
2018	9	13.0	175	29	28.55	-20	-17	-13	-12	-12	-11	-16	-59	-17	-14	-39
2018	10	5.2	98	0	76.87	-14	-15	-12	-8	-11	-10	-15	-60	-16	-14	-35
2018	11	1.6	33	1	16.46	-17	-15	-12	-10	-13	-12	-16	-62	-20	-16	-40
2018	12	-4.2	68	0	6.09	-20	-18	-15	-13	-15	-13	-19	-64	-23	-20	-46
2019	1	-8.8	119	0	3.90	-17	-16	-13	-12	-13	-12	-18	-63	-22	-19	-47
2019	2	-1.8	79	2	7.66	-15	-14	-11	-8	-12	-11	-15	-61	-18	-16	-42
2019	3	-1.1	100	19	30.89	-11	-9	-6	-5	-9	-7	-9	-57	-11	-8	-34
2019	4	4.8	20	20	126.29	-8	-5	-2	0	-5	-4	-2	-49	-7	-2	-26
2019	5	10.5	79	68	20.35	-12	-11	-7	-5	-9	-9	-11	-58	-13	-11	-35
2019	6	17.1	13	77	1.75	-27	-26	-20	-18	-24	-24	-21	-75	-27	-19	-56
2019	7	15.2	52	57	0.51	-39	-36	-30	-31	-34	-30	-29	-85	-33	-25	-69
2019	8	15.2	51	31	0.18	-44	-40	-34	-35	-38	-35	-33	-97	-37	-29	-77
2019	9	10.2	71	15	1.65	-35	-30	-25	-26	-27	-24	-28	-79	-32	-23	-71
2019	10	4.6	165	0	31.22	-17	-16	-11	-9	-11	-11	-14	-61	-16	-13	-42
2019	11	0.6	48	2	25.80	-15	-15	-11	-10	-11	-12	-14	-62	-15	-14	-38
2019	12	0.3	139	2	62.85	-12	-11	-7	-6	-8	-8	-10	-59	-14	-10	-33
2020	1	0.4	89	0	50.52	-12	-11	-8	-5	-9	-9	-10	-60	-13	-11	-33
2020	2	-0.6	149	4	78.31	-11	-12	-7	-5	-11	-8	-13	-55	-10	-9	-32
2020	3	0.6	95	12	56.75	-11	-12	-9	-6	-11	-8	-11	-60	-12	-9	-33
2020	4	2.9	57	21	23.30	-14	-13	-10	-7	-11	-10	-12	-61	-14	-12	-35
2020	5	8.1	34	57	4.37	-22	-21	-17	-14	-15	-16	-21	-68	-24	-20	-49
2020	6	17.8	38	60	0.71	-36	-32	-27	-27	-27	-29	-31	-78	-35	-27	-63

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>2</sup> , мм	Суммарный расход воды <sup>3</sup> , л/сек	Уровень болотных вод <sup>4</sup> , см										
						Скважина										
						101	102	103	104	106	1076	108	109	210	313	316
Ср. мес.	Сумма за мес.	Сумма за мес.	Ср. мес.	Ср. мес.												
2020	7	16.1	151	40	1.77	-37	-28	-24	-24	-22	-22	-27	-67	-30	-21	-57
2020	8	15.5	107	47	14.07	-24	-20	-16	-14	-13	-13	-18	-64	-20	-17	-45
2020	9	12.4	89	73	16.39	-17	-18	-14	-11	-12	-11	-15	-63	-18	-16	-39
2020	10	7.2	92	0	29.15	-15	-17	-13	-11	-11	-9	-14	-63	-18	-15	-38
2020	11	2.5	100	2	49.45	-14	-16	-12	-10	-12	-8	-13	-63	-18	-15	-38
2020	12	-1.7	59	2	15.69	-15	-19	-15	-12	-14	-11	-17	-66	-20	-17	-41
2021	1	-6.0	49	1	8.47	-17	-19	-15	-13	-15	-11	-19	-66	-19	-17	-43
2021	2	-10.6	52	3	6.18	-21	-18	-16	-13	-17	-13	-19	-68	-22	-18	-45
2021	3	-2.8	68	10	18.36	-17	-15	-12	-8	-12	-7	-13	-64	-16	-14	-39
2021	4	3.7	41	12	81.22	-11	-11	-7	-1	-8	-8	-10	-61	-16	-10	-32
2021	5	10.4	130	109	39.42	-11	-13	-10	-6	-10	-8	-13	-64	-16	-13	-36
2021	6	19.7	20	64	5.08	-22	-30	-23	-19	-26	-23	-24	-84	-31	-24	-55
2021	7	20.8	30	70	0.42	-51	-54	-46	-45	-49	-46	-47	-105	-47	-38	-81
2021	8	15.2	157	40	6.00	-30	-31	-27	-27	-25	-19	-31	-74	-32	-26	-65
2021	9	8.7	54	21	6.19	-28	-27	-21	-21	-19	-16	-26	-70	-26	-22	-58
2021	10	6.5	136	0	34.16	-22	-22	-17	-16	-16	-14	-20	-68	-25	-20	-53
2021	11	1.1	110	4	48.21	-12	-19	-14	-11	-11	-10	-15	-65	-18	-15	-38
2021	12	-9.8	83	2	15.15	-15	-22	-17	-16	-14	-13	-21	-69	-21	-19	-43
2022	1	-5.8	78	1	7.53	-16	-21	-17	-16	-14	-14	-21	-69	-21	-19	-47
2022	2	-2.5	90	2	11.00	-14	-19	-15	-13	-14	-13	-18	-66	-19	-17	-44
2022	3	-2.5	17	6	10.59	-16	-18	-15	-12	-15	-13	-15	-67	-19	-16	-43
2022	4	2.1	24	21	94.84	-9	-9	-5	-5	-7	-7	-1	-58	-14	-7	-32
2022	5	8.3	35	44	22.09	-14	-18	-13	-9	-14	-12	-13	-66	-19	-14	-40
2022	6	16.2	79	84	6.36	-21	-23	-19	-17	-19	-16	-18	-70	-25	-17	-49
2022	7	18.0	89	70	1.89	-29	-29	-23	-23	-24	-22	-22	-76	-27	-18	-59
2022	8	18.3	77	52	3.01	-31	-28	-23	-23	-21	-20	-21	-77	-28	-19	-65
2022	9	8.6	65	28	4.50	-26	-24	-20	-19	-16	-14	-18	-71	-28	-18	-59
2022	10	6.4	64	0	10.84	-19	-21	-17	-14	-13	-12	-14	-70	-24	-17	-47
2022	11	0.0	63	4	23.54	-14	-18	-14	-11	-12	-11	-13	-69	-21	-16	-42
2022	12	-4.1	88	4	5.94	-16	-20	-16	-15	-14	-13	-17	-71	-23	-17	-48
2023	1	-3.4	135	0	26.18	-10	-15	-12	-10	-11	-9	-13	-69	-17	-13	-43
2023	2	-4.2	37	5	15.71	-13	-17	-14	-11	-13	-13	-13	-71	-20	-15	-44
2023	3	-2.2	92	9	30.97	-11	-13	-10	-8	-9	-10	-9	-68	-18	-13	-41
2023	4	4.9	14	38	78.41	-8	-8	-5	-2	-7	-7	-1	-64	-15	-10	-37

Год	Месяц	Температура воздуха <sup>1</sup> , °С	Атмосферные осадки <sup>1</sup> , мм	Испарение с поверхности болота <sup>2</sup> , мм	Суммарный расход воды <sup>3</sup> , л/сек	Уровень болотных вод <sup>4</sup> , см										
						Скважина										
						101	102	103	104	106	1076	108	109	210	313	316
Ср. мес.	Сумма за мес.	Сумма за мес.	Ср. мес.	Ср. мес.												
2023	5	10.2	21	71	8.30	-16	-19	-15	-11	-15	-16	-11	-76	-26	-18	-50
2023	6	15.3	39	62	0.62	-38	-37	-31	-29	-32	-32	-26	-100	-42	-30	-74
2023	7	16.6	78	58	0.60	-44	-39	-35	-33	-35	-31	-30	-96	-43	-31	-78
2023	8	17.9	38	45	0.18	-59	-47	-42	-40	-43	-39	-38	-109	-49	-36	-90
2023	9	14.2	88	15	0.48	-44	-37	-33	-34	-33	-29	-32	-101	-43	-30	-86
2023	10	3.5	207	0	63.06	-17	-17	-13	-10	-12	-12	-14	-70	-22	-16	-44
2023	11	-1.3	102	3	30.19	-16	-18	-15	-11	-15	-12	-16	-75	-23	-20	-45
2023	12	-6.3	78	0	11.75	-19	-21	-19	-16	-17	-15	-20	-78	-24	-25	-52
2024	1	-10.2	54	5	5.32	-22	-23	-19	-18	-17	-17	-21	-75	-26	-24	-54
2024	2	-5.3	75	6	16.65	-19	-20	-16	-14	-15	-15	-16	-73	-21	-22	-51
2024	3	0.9	49	15	65.42	-13	-12	-11	-6	-11	-10	-12	-68	-19	-18	-40
2024	4	4.0	107	22	75.48	-10	-11	-8	-3	-9	-11	-7	-67	-17	-14	-35
2024	5	11.5	11	68	8.57	-22	-24	-18	-14	-20	-19	-17	-77	-29	-23	-49
2024	6	17.2	68	73	1.01	-36	-33	-27	-27	-30	-29	-28	-92	-40	-31	-71
2024	7	19.1	104	66	2.08	-31	-26	-22	-21	-21	-22	-23	-83	-33	-27	-72
2024	8	16.8	139	43	6.81	-32	-24	-20	-20	-16	-16	-18	-74	-28	-22	-67
2024	9	15.0	90	34	6.49	-28	-23	-19	-18	-16	-17	-17	-77	-29	-23	-63
2024	10	6.3	58	0	23.01	-16	-17	-14	-11	-11	-11	-11	-70	-22	-17	-46
2024	11	1.9	72	5	25.23	-14	-17	-13	-10	-11	-11	-10	-70	-21	-17	-46
2024	12	-2.1	129	4	43.82	-11	-14	-11	-8	-9	-9	-10	-68	-18	-15	-42

#### Примечания

1 – Температура воздуха и атмосферные осадки приводятся по данным измерений на метеорологической площадке, расположенной центральной части болота (генетический центр).

2 – Испарение с поверхности болота. Испарение в зимний период рассчитано как испарение со снега в соответствии с Рекомендациями по расчету испарения с поверхности суши [Рекомендации..., 1976]. Испарение за вегетационный период получено по данным измерений испарителя ГГИ-Б-1000, расположенного в центральной части болота (генетический центр), сфагново-кустарничково-пушицевый, облесенный сосной микроландшафт.

3 – Суммарный расход воды включает в себя измерения на четырех водотоках, вытекающих с болота Ламмин-Суо: руч. Западный-1, 2 (площадь водосбора 3,2 км<sup>2</sup>), руч. Северный (площадь водосбора 0,37 км<sup>2</sup>), руч. Южный (площадь водосбора 1,18 км<sup>2</sup>).

4 – Уровни болотных вод измеряются относительно средней поверхности болота. Скважина 101 – сосново-сфагново-кустарничково-пушицевый микроландшафт, лесная группа; скважины 102а, 103, 104 – сфагново-кустарничково-пушицевый, облесенный сосной микроландшафт, моховая группа; скважина 106 – сфагново-кустарничково-пушицево-сосновый со сфагново-пушицевыми понижениями микроландшафт, мохово-лесная группа; скважина 107б – грядово-мочажинный комплекс; скважина 108 – сфагново-пушицево-кустарничковый, редко облесенный сосной с сухостоем микроландшафт, мохово-травяная группа; скважина 109 – сосново-сфагново-кустарничково-пушицевый микроландшафт, лесная группа; скважины 210, 313 – сфагново-осоковый, облесенный березой и сосной микроландшафт, мохово-травяная группа; скважина 316 – сфагново-пушицево-кустарничково-сосновый, микроландшафт, мохово-лесная группа.

Таблица Б.4 – Средние значения температуры воздуха (°С) за квазистационарные периоды на болотах Илаское, Ларьянское и Ламмин-Суо

Период		Месяц												Ср. год.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Болото Илаское														
Общий период	1955-2020	-13.5	-11.7	-6.5	0.0	6.7	12.2	15.0	12.7	7.4	1.3	-5.2	-10.1	0.7
1-й период	1955-2002	-14.0	-12.4	-6.7	-0.3	6.2	12.2	14.5	12.5	6.9	1.0	-6.1	-11.1	0.2
2-й период	2003-2020	-12.1	-9.8	-6.1	0.7	8.1	12.4	16.2	13.5	8.6	2.2	-2.9	-9.1	2.0
Разница между 1 и 2 периодами		1.9	2.6	0.6	1.0	1.9	0.2	1.7	1.1	1.7	1.3	3.1	2.1	1.8
Болото Ларьянское														
Общий период	1956-2024	-8.9	-7.9	-3.0	3.8	10.6	15.4	17.4	15.3	10.0	4.1	-1.6	-6.0	4.1
1-й период	1956-1987	-10.7	-9.3	-4.2	2.8	10.2	14.9	16.7	14.8	9.3	3.9	-1.9	-6.9	3.3
2-й период	1988-2024	-7.3	-6.7	-2.0	4.6	10.9	15.8	18.0	15.8	10.6	4.3	-1.4	-5.2	4.8
Разница между 1 и 2 периодами		3.4	2.6	2.2	1.8	0.8	0.9	1.2	1.0	1.4	0.4	0.4	1.6	1.4
Болото Ламмин-Суо														
Общий период	1952-2024	-8.1	-8.1	-3.8	2.7	9.6	14.6	17.0	15.1	9.9	4.4	-0.9	-5.3	3.9
1-й период	1952-1986	-9.3	-9.8	-5.0	2.0	9.2	14.2	16.4	14.6	9.3	4.2	-1.2	-6.1	3.2
2-й период	1987-2024	-7.1	-6.5	-2.8	3.4	9.9	15.0	17.5	15.6	10.5	4.6	-0.7	-4.6	4.6
Разница между 1 и 2 периодами		2.2	3.3	2.2	1.4	0.6	0.7	1.1	1.0	1.2	0.4	0.4	1.5	1.3

Таблица Б.5 – Средние значения атмосферных осадков (мм) за квазистационарные периоды на болотах Иласское, Ларьянское и Ламмин-Суо

Период		Месяц											Сумма за год	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		12
Болото Иласское														
Общий период	1952-2024	47	36	36	37	52	69	74	84	70	74	62	54	694
1-й период	1952-1986	46	35	35	38	50	68	70	77	70	74	62	52	678
2-й период	1987-2024	49	37	38	36	58	71	84	100	71	75	63	58	738
Разница между 1 и 2 периодами		4	1	2	-2	7	3	14	23	1	1	0	5	60
Болото Ларьянское														
Общий период	1956-2024	47	35	37	41	51	70	80	80	67	71	63	55	698
1-й период	1956-1987	38	26	32	40	46	65	77	72	71	70	58	48	642
2-й период	1988-2024	55	43	42	42	56	74	82	86	64	72	68	62	746
Разница между 1 и 2 периодами		17	17	10	2	10	9	5	14	-7	2	10	14	103
Болото Ламмин-Суо														
Общий период	1952-2024	68	52	49	42	51	65	86	94	88	98	89	83	864
1-й период	1952-1986	59	40	44	43	47	59	84	88	94	97	92	80	827
2-й период	1987-2024	76	63	54	41	55	71	89	100	81	98	85	86	899
Разница между 1 и 2 периодами		17	23	9	-2	8	12	5	12	-13	2	-8	6	73

Таблица Б.6 – Средние уровни болотных вод за десятилетние периоды на болоте Иласское, см

Период	Месяц												Ср. год.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Скважина 205 (грядово-мочажинный комплекс)													
1960-1969	-15	-14	-11	-9	-12	-20	-25	-28	-23	-18	-16	-16	-17
1970-1979	-17	-15	-13	-7	-12	-20	-29	-31	-25	-22	-20	-18	-19
1980-1989	-14	-13	-11	-6	-16	-26	-30	-32	-26	-21	-19	-17	-19
1990-1999	-13	-12	-8	-4	-12	-20	-25	-26	-21	-16	-16	-14	-15
2000-2009	-14	-13	-11	-7	-16	-25	-32	-32	-24	-19	-16	-16	-19
2010-2019	-12	-10	-7	-4	-17	-26	-33	-26	-21	-15	-13	-13	-17
Скважина 206 (грядово-мочажинный комплекс)													
1960-1969	-25	-25	-24	-23	-25	-27	-31	-34	-29	-23	-21	-22	-26
1970-1979	-26	-25	-24	-19	-21	-24	-33	-35	-29	-25	-25	-24	-26
1980-1989	-13	-13	-11	-8	-12	-15	-20	-24	-18	-13	-12	-13	-14
1990-1999	-5	-3	-1	0	-3	-6	-10	-11	-8	-4	-4	-4	-5
2000-2009	-2	-2	0	0	-5	-8	-13	-14	-9	-5	-2	-3	-5
2010-2019	0	2	3	1	-4	-9	-13	-11	-7	-2	-1	-1	-3
Скважина 402 (грядово-озерковый комплекс)													
1972*-1979	-22	-21	-19	-16	-18	-23	-30	-32	-29	-26	-24	-23	-24
1980-1989	-21	-20	-19	-17	-19	-25	-30	-33	-29	-24	-22	-21	-23
1990-1999	-24	-23	-22	-19	-22	-26	-29	-31	-29	-25	-24	-23	-25
2000-2009	-25	-24	-24	-20	-23	-28	-32	-32	-28	-24	-22	-23	-25
2010-2019	-26	-25	-25	-21	-25	-32	-36	-33	-31	-27	-26	-26	-28

Таблица Б.7 – Средние уровни болотных вод за десятилетние периоды на болоте Ларьянское, см

Период	Месяц												Ср. год.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Скважина 1601 (сосново-сфагново-кустарничковый микроландшафт, лесная группа)													
1972*-1979	-11	-14	-9	1	-7	-15	-17	-21	-15	-9	-4	-5	-10
1980-1989	-13	-15	-14	-7	-14	-19	-21	-20	-12	-11	-10	-12	-14
1990-1999	-20	-19	-16	-13	-20	-27	-32	-34	-30	-21	-20	-20	-23
2000-2009	-23	-24	-21	-17	-24	-27	-33	-37	-31	-24	-21	-22	-25
Скважина 1602 (грядово-мочажинный комплекс)													
1972*-1979	-19	-22	-17	1	-7	-17	-21	-24	-20	-15	-11	-12	-15
1980-1989	-15	-17	-16	-1	-9	-16	-19	-19	-14	-11	-10	-12	-13
1990-1999	-16	-15	-11	-3	-9	-18	-24	-26	-23	-16	-16	-16	-16
2000-2009	-16	-16	-14	-6	-12	-17	-21	-24	-20	-14	-12	-13	-15
Скважина 1603 (грядово-мочажинный комплекс)													
1972*-1979	-20	-22	-17	-2	-11	-19	-25	-25	-22	-17	-13	-14	-17
1980-1989	-15	-17	-16	-4	-12	-18	-20	-21	-15	-12	-12	-13	-15
1990-1999	-16	-14	-11	-7	-12	-20	-26	-27	-24	-18	-16	-16	-17
2000-2009	-18	-18	-15	-9	-15	-19	-23	-26	-22	-17	-15	-15	-18
Скважина 1604 (грядово-мочажинный комплекс)													
1972*-1979	-19	-22	-18	-3	-11	-20	-20	-21	-22	-17	-13	-14	-16
1980-1989	-15	-17	-15	-4	-12	-18	-20	-20	-14	-12	-12	-13	-14
1990-1999	-15	-13	-10	-7	-12	-19	-25	-26	-23	-16	-15	-14	-16
2000-2009	-19	-19	-16	-12	-17	-21	-25	-27	-24	-19	-16	-16	-19
Скважина 1605 (грядово-мочажинный комплекс)													
1972*-1979	-17	-19	-14	-2	-10	-18	-18	-20	-20	-14	-10	-12	-14
1980-1989	-15	-17	-14	-3	-12	-17	-19	-19	-13	-11	-11	-12	-14
1990-1999	-17	-15	-12	-9	-15	-23	-29	-29	-26	-18	-17	-18	-19
2000-2009	-22	-22	-20	-16	-21	-25	-30	-32	-28	-23	-20	-21	-23
Скважина 1606 (сфагново-кустарничково-пушицевый микроландшафт, мохово-травяная группа)													

Период	Месяц												Ср. год.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1972*-1979	-16	-19	-15	-1	-11	-20	-24	-24	-22	-16	-11	-12	-16
1980-1989	-13	-15	-14	-3	-12	-18	-21	-21	-14	-11	-10	-11	-14
1990-1999	-17	-16	-13	-10	-15	-23	-29	-29	-26	-19	-18	-17	-19
2000-2009	-23	-22	-20	-15	-22	-20	-30	-33	-29	-23	-20	-21	-23
Скважина 1607 (грядово-мочажинный комплекс)													
1972*-1979	-17	-19	-14	-4	-13	-22	-27	-29	-26	-21	-15	-14	-18
1980-1989	-10	-11	-9	-4	-10	-16	-18	-19	-12	-10	-10	-10	-12
1990-1999	-10	-9	-5	-4	-10	-17	-24	-25	-23	-16	-13	-11	-14
2000-2009	-15	-15	-13	-10	-16	-20	-25	-26	-22	-21	-15	-15	-18
Скважина 1608 (лесной микроландшафт, окраина болота)													
1972*-1979	-1	-1	2	5	-2	-11	-14	-16	-11	-6	-1	0	-5
1980-1989	-4	-5	-3	-1	-6	-11	-12	-11	-6	-5	-4	-4	-6
1990-1999	-8	-7	-6	-6	-11	-19	-24	-24	-20	-13	-11	-10	-13
2000-2009	-15	-12	-11	-12	-17	-20	-24	-25	-22	-17	-16	-15	-17

Таблица Б.8 – Средние уровни болотных вод за десятилетние периоды на болоте Ламмин-Суо, см

Период	Месяц												Ср. год.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Скважина 101 (сосново-сфагново-кустарничково-пушицевый микроландшафт, лесная группа)													
1950-1959	-22	-23	-24	-18	-19	-28	-36	-39	-35	-27	-24	-24	-27
1960-1969	-26	-28	-27	-17	-22	-34	-36	-36	-29	-24	-22	-22	-27
1970-1979	-25	-27	-26	-15	-24	-35	-41	-43	-37	-29	-24	-23	-29
1980-1989	-12	-14	-14	-7	-14	-23	-26	-22	-15	-11	-11	-11	-15
1990-1999	-10	-10	-9	-5	-13	-19	-25	-28	-26	-16	-13	-12	-16
2000-2009	-15	-16	-16	-9	-15	-20	-25	-27	-24	-16	-13	-13	-17
2010-2019	-15	-18	-17	-11	-15	-24	-28	-28	-21	-18	-14	-14	-19
2020-2024*	-15	-15	-14	-10	-17	-30	-38	-35	-29	-18	-14	-15	-21
Скважина 102а (сфагново-кустарничково-пушицевый, облесенный сосной микроландшафт, моховая группа)													
1980-1989	-15	-17	-16	-8	-16	-22	-24	-22	-15	-12	-12	-13	-16
1990-1999	-22	-22	-21	-17	-23	-28	-33	-37	-34	-25	-23	-23	-26
2000-2009	-22	-23	-22	-16	-22	-25	-29	-30	-28	-22	-20	-21	-23
2010-2019	-19	-19	-17	-13	-18	-25	-27	-28	-23	-20	-18	-18	-20
2020-2024*	-18	-17	-14	-10	-19	-31	-35	-30	-26	-19	-17	-19	-21
Скважина 103 (сфагново-кустарничково-пушицевый, облесенный сосной микроландшафт, моховая группа)													
1950-1959	-20	-22	-24	-14	-14	-23	-32	-35	-31	-22	-19	-21	-23
1960-1969	-23	-26	-24	-13	-16	-29	-30	-30	-24	-18	-17	-19	-23
1970-1979	-22	-25	-24	-10	-19	-30	-34	-36	-29	-22	-18	-18	-24
1980-1989	-14	-15	-16	-8	-14	-22	-24	-20	-14	-12	-12	-13	-15
1990-1999	-19	-19	-17	-12	-19	-24	-29	-32	-30	-21	-19	-19	-21
2000-2009	-18	-19	-18	-11	-17	-21	-25	-27	-24	-18	-15	-17	-19
2010-2019	-14	-14	-12	-7	-13	-19	-23	-22	-18	-14	-12	-13	-15
2020-2024*	-14	-14	-11	-7	-14	-25	-30	-26	-21	-15	-13	-15	-17
Скважина 104 (сфагново-кустарничково-пушицевый, облесенный сосной микроландшафт, моховая группа)													
1950-1959	-23	-25	-27	-16	-15	-25	-34	-37	-33	-24	-21	-23	-25

Период	Месяц												Ср. год.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1960-1969	-25	-27	-25	-13	-16	-29	-31	-31	-24	-19	-17	-19	-23
1970-1979	-22	-25	-23	-8	-17	-29	-34	-36	-29	-22	-17	-18	-23
1980-1989	-13	-14	-14	-4	-12	-20	-22	-19	-12	-10	-10	-11	-13
1990-1999	-17	-16	-14	-7	-16	-21	-26	-30	-28	-19	-17	-17	-19
2000-2009	-17	-17	-16	-9	-15	-20	-23	-25	-23	-17	-14	-16	-18
2010-2019	-13	-13	-11	-5	-10	-17	-21	-22	-17	-13	-11	-11	-14
2020-2024*	-12	-11	-8	-4	-11	-24	-29	-25	-20	-13	-10	-13	-15
Скважина 106 (сфагново-кустарничково-пушицево-сосновый со сфагново-пушицевыми понижениями микроландшафт, мохово-лесная группа)													
1950-1959	-9	-10	-10	-1	-2	-11	-19	-23	-19	-10	-8	-10	-11
1960-1969	-12	-14	-12	-1	-5	-17	-18	-18	-12	-7	-6	-8	-11
1970-1979	-11	-13	-12	2	-8	-18	-24	-26	-19	-11	-6	-7	-13
1980-1989	-11	-12	-11	-2	-10	-18	-19	-15	-9	-7	-7	-8	-11
1990-1999	-9	-9	-7	-3	-11	-15	-20	-24	-21	-11	-10	-10	-12
2000-2009	-11	-12	-12	-6	-12	-15	-18	-20	-17	-11	-9	-10	-13
2010-2019	-13	-14	-11	-7	-12	-18	-20	-20	-14	-12	-11	-11	-14
2020-2024*	-13	-14	-11	-8	-15	-27	-30	-24	-19	-13	-12	-14	-17
Скважина 1076 (грядово-мочажинный комплекс)													
1970-1979	-12	-12	-9	-3	-13	-24	-28	-29	-22	-15	-11	-11	-16
1980-1989	-13	-13	-11	-7	-16	-22	-22	-18	-14	-12	-13	-13	-14
1990-1999	-13	-11	-10	-8	-17	-22	-26	-29	-26	-17	-15	-15	-17
2000-2009	-14	-14	-13	-8	-16	-19	-21	-23	-20	-14	-12	-13	-16
2010-2019	-13	-13	-11	-8	-13	-20	-21	-20	-15	-12	-11	-11	-14
2020-2024*	-12	-12	-10	-8	-14	-26	-28	-21	-17	-12	-11	-12	-15
Скважина 108 (сфагново-пушицево-кустарничковый, редко облесенный сосной с сухостоем микроландшафт, мохово-травяная группа)													
1950-1959	-7	-7	-7	1	-3	-12	-21	-25	-20	-10	-6	-7	-10
1960-1969	-6	-7	-6	3	-2	-15	-17	-17	-11	-3	-1	-2	-7
1970-1979	-11	-13	-11	-1	-10	-23	-29	-30	-22	-13	-8	-8	-15

Период	Месяц												Ср. год.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1980-1989	-16	-18	-17	-8	-17	-24	-26	-21	-15	-13	-14	-15	-17
1990-1999	-25	-25	-23	-19	-26	-31	-36	-41	-38	-28	-26	-26	-28
2000-2009	-24	-25	-24	-15	-23	-26	-29	-30	-28	-23	-22	-23	-24
2010-2019	-21	-21	-18	-11	-19	-24	-27	-26	-22	-19	-17	-18	-20
2020-2024*	-17	-16	-12	-6	-15	-25	-30	-25	-22	-15	-13	-17	-18
Скважина 109 (сосново-сфагново-кустарничково-пушицевый микроландшафт, лесная группа)													
1950-1959	-24	-25	-27	-20	-22	-31	-41	-46	-39	-28	-24	-25	-29
1960-1969	-27	-29	-29	-21	-25	-39	-41	-40	-32	-25	-23	-24	-30
1970-1979	-31	-34	-31	-22	-30	-47	-52	-54	-43	-30	-28	-28	-36
1980-1989	-31	-32	-31	-25	-32	-40	-42	-37	-30	-28	-29	-29	-32
1990-1999	-42	-43	-41	-36	-43	-49	-56	-63	-60	-47	-44	-43	-47
2000-2009	-51	-51	-50	-43	-50	-55	-58	-61	-59	-51	-49	-51	-52
2010-2019	-59	-59	-58	-51	-57	-66	-68	-69	-62	-59	-57	-58	-60
2020-2024*	-68	-67	-65	-62	-70	-85	-85	-79	-76	-68	-68	-70	-72
Скважина 210 (сфагново-осоковый, облесенный березой и сосной микроландшафт, мохово-травяная группа)													
1950-1959	-3	-2	-3	3	-1	-9	-18	-21	-16	-7	-3	-4	-7
1960-1969	-5	-7	-6	2	-3	-15	-16	-16	-9	-3	-1	-2	-7
1970-1979	-6	-8	-6	3	-7	-18	-21	-23	-16	-9	-4	-4	-10
1980-1989	-7	-8	-7	1	-5	-12	-13	-10	-5	-3	-3	-3	-6
1990-1999	-15	-13	-12	-7	-14	-19	-23	-27	-25	-19	-16	-15	-17
2000-2009	-17	-17	-16	-9	-16	-20	-23	-24	-23	-18	-15	-16	-18
2010-2019	-18	-18	-16	-10	-16	-24	-25	-25	-22	-19	-17	-18	-19
2020-2024*	-19	-19	-17	-15	-23	-35	-36	-31	-29	-22	-20	-21	-24
Скважина 313 (сфагново-осоковый, облесенный березой и сосной микроландшафт, мохово-травяная группа)													
1950-1959	-4	-3	-3	5	-2	-9	-18	-24	-17	-8	-5	-5	-8
1960-1969	-4	-4	-2	4	-2	-13	-15	-14	-7	-2	-1	-1	-5
1970-1979	-5	-7	-5	4	-5	-16	-22	-18	-12	-7	-3	-2	-8
1980-1989	-3	-4	-3	6	-4	-11	-11	-8	-3	-2	-2	-2	-4

Период	Месяц												Ср. год.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1990-1999	-16	-15	-12	-7	-16	-22	-25	-28	-27	-20	-18	-18	-19
2000-2009	-18	-17	-16	-9	-17	-21	-23	-25	-24	-18	-16	-17	-18
2010-2019	-15	-15	-12	-7	-13	-20	-21	-22	-19	-16	-15	-15	-16
2020-2024*	-17	-16	-14	-11	-17	-26	-27	-24	-22	-17	-16	-19	-19
Скважина 316 (сфагново-пушицево-кустарничково-сосновый, микроландшафт, мохово-лесная группа)													
1950-1959	-25	-29	-33	-22	-15	-27	-38	-45	-39	-28	-23	-26	-29
1960-1969	-26	-31	-31	-15	-17	-31	-35	-36	-29	-20	-17	-18	-26
1970-1979	-23	-29	-30	-7	-15	-33	-41	-30	-29	-25	-17	-17	-26
1980-1989	-11	-13	-13	-2	-10	-17	-19	-16	-10	-7	-7	-8	-11
1990-1999	-20	-21	-19	-11	-18	-26	-32	-38	-36	-26	-21	-21	-24
2000-2009	-30	-32	-32	-20	-28	-37	-43	-46	-42	-33	-27	-29	-33
2010-2019	-38	-40	-38	-28	-35	-48	-52	-53	-47	-41	-35	-36	-41
2020-2024*	-44	-43	-39	-34	-45	-62	-70	-66	-61	-46	-42	-45	-50

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### Литолого-генетические разрезы болота Ламмин-Суо

по данным [Новиков и др., 2019]

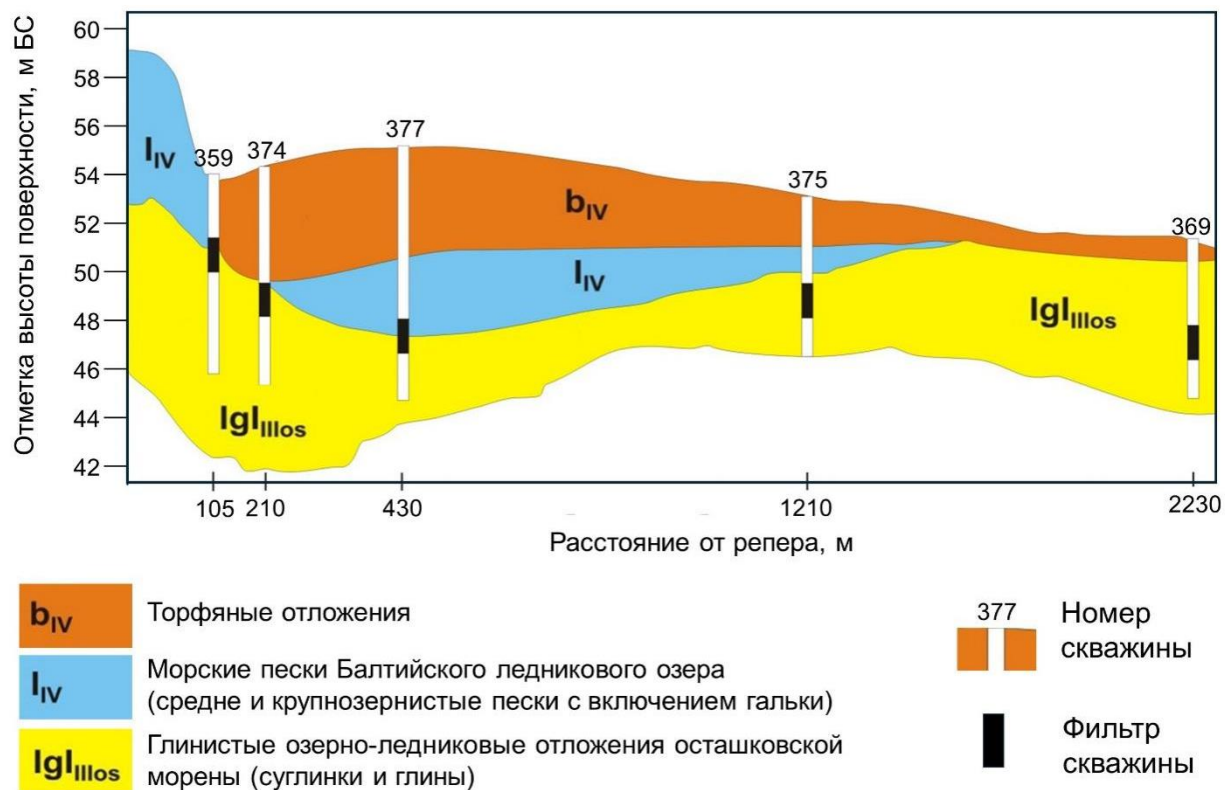


Рисунок В.1 – Литолого-генетический разрез, водомерный створ № 1

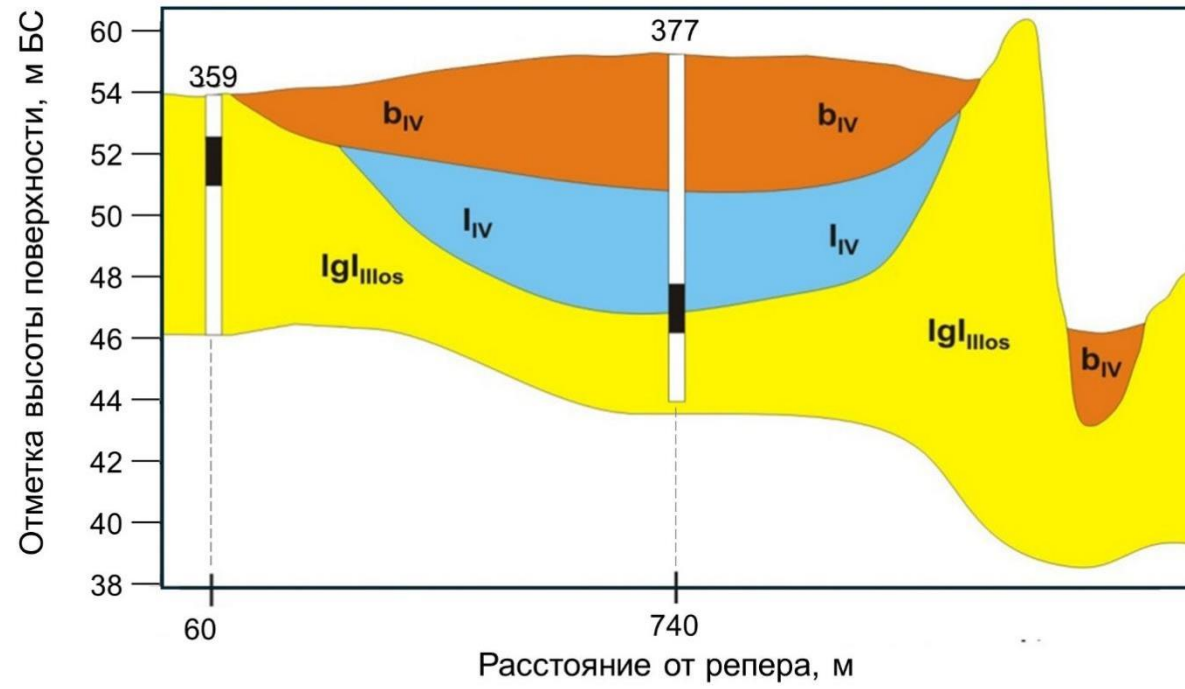


Рисунок В.2 – Литолого-генетический разрез, водомерный створ № 2

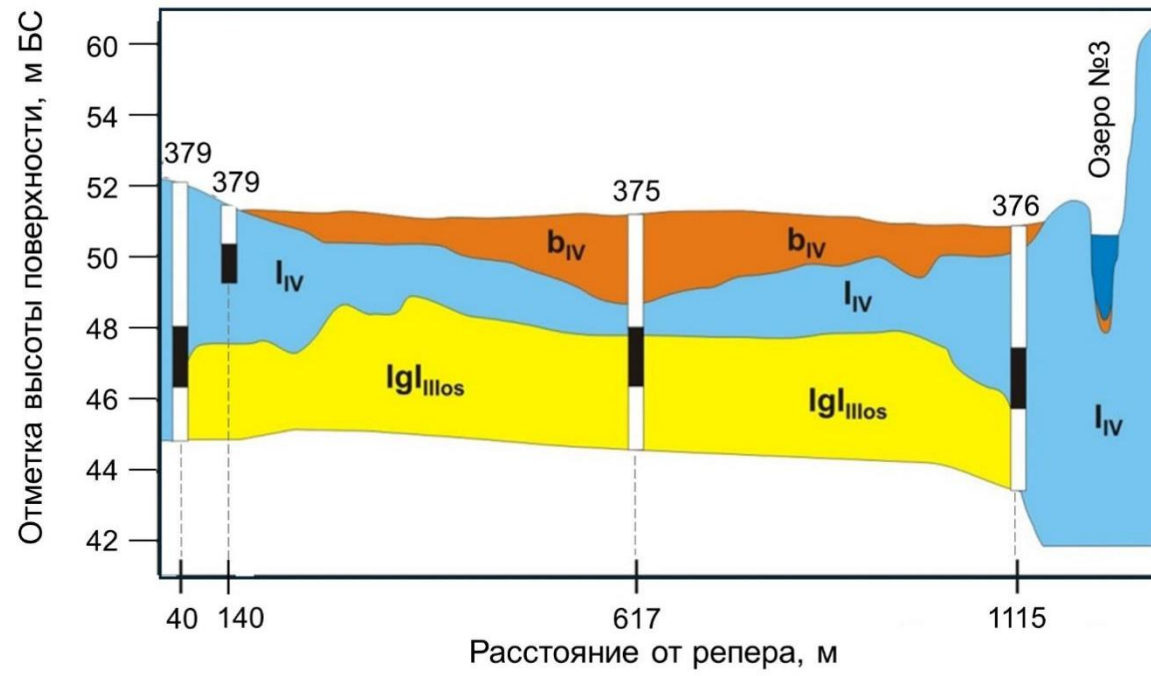


Рисунок В.3 – Литолого-генетический разрез, водомерный створ № 3

Строение торфяной залежи болота Ламмин-Суо по данным [Материалы наблюдений..., 1950–2010]

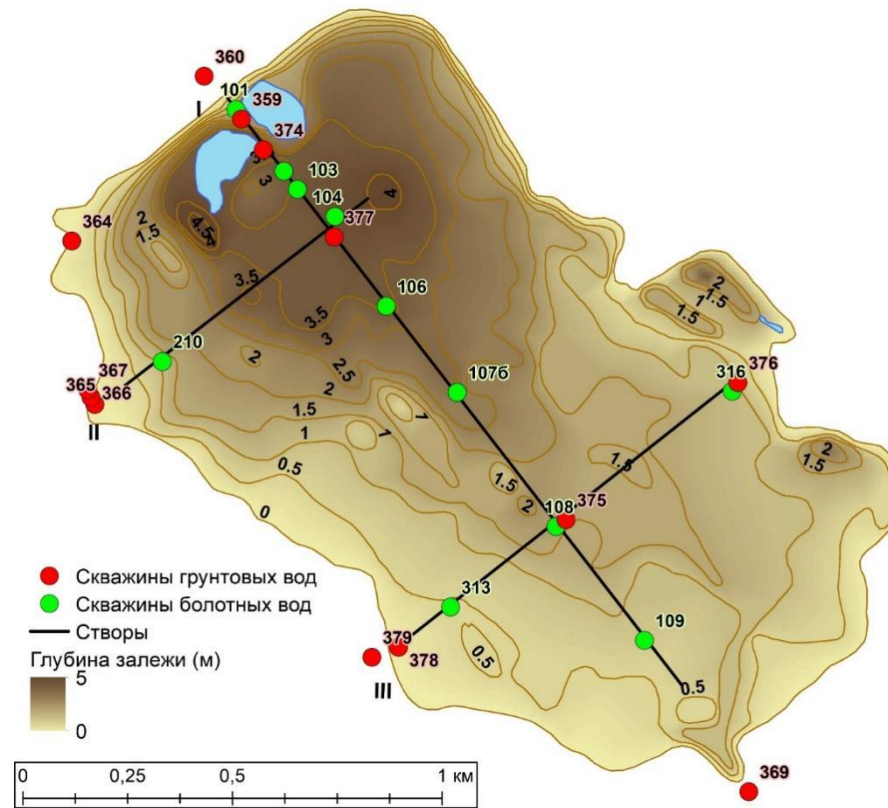


Рисунок В.4 – Глубина торфяной залежи и расположение скважин болотных и грунтовых вод

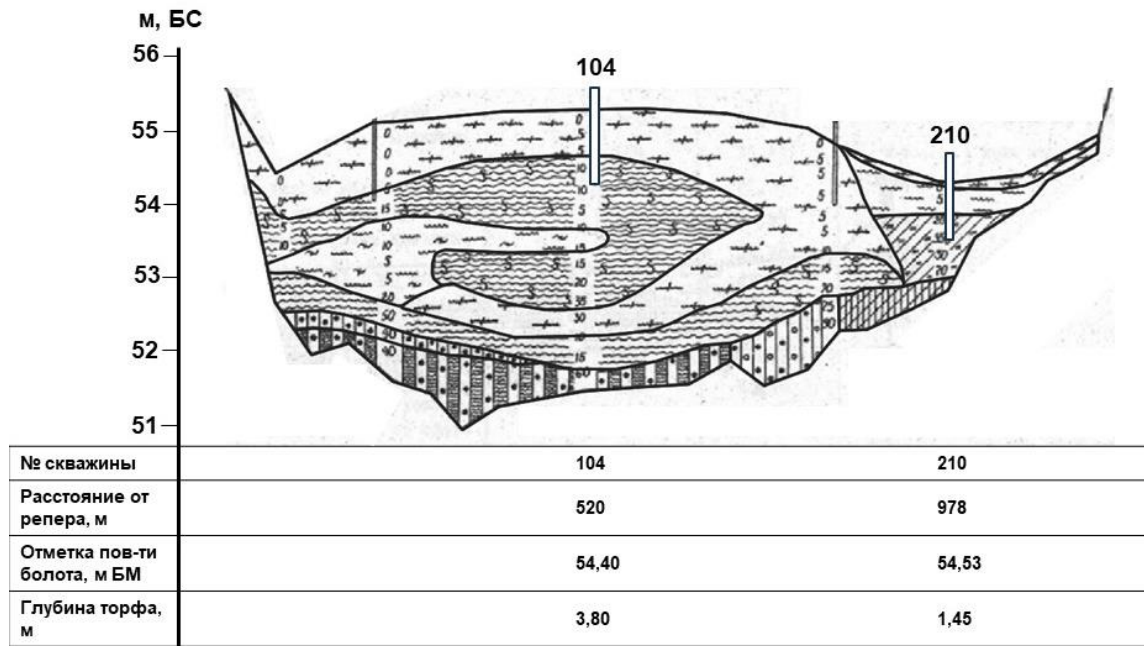


Рисунок В.5 –Профиль болота Ламмин-Суо по водомерному створу №1

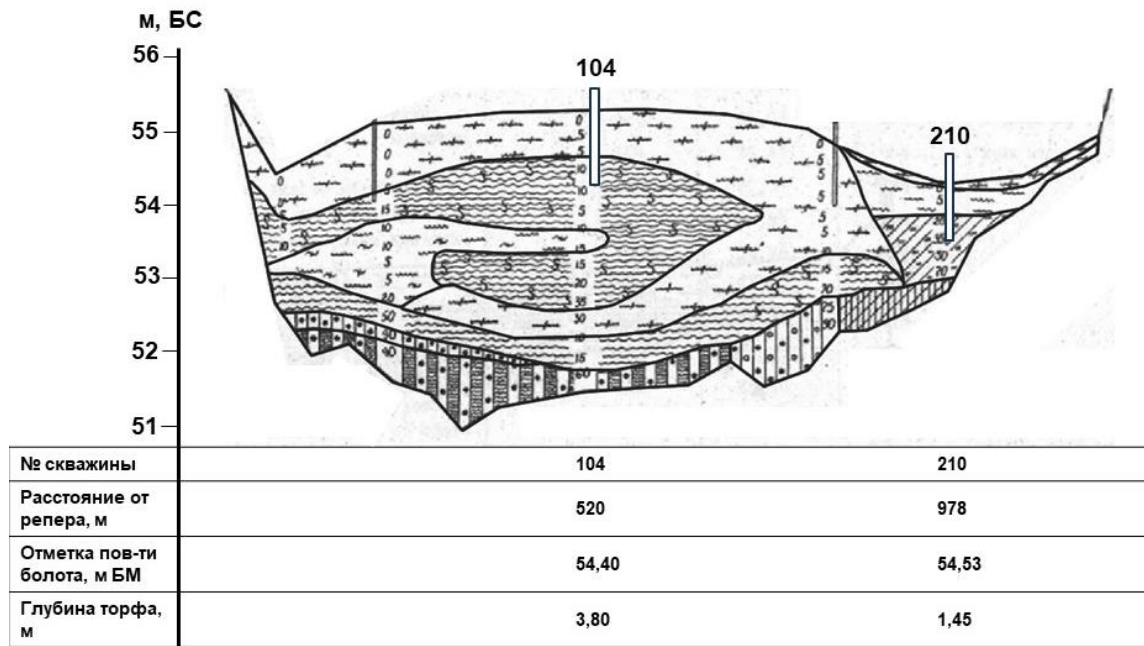


Рисунок В.6 –Профиль болота Ламмин-Суо по водомерному створу №2

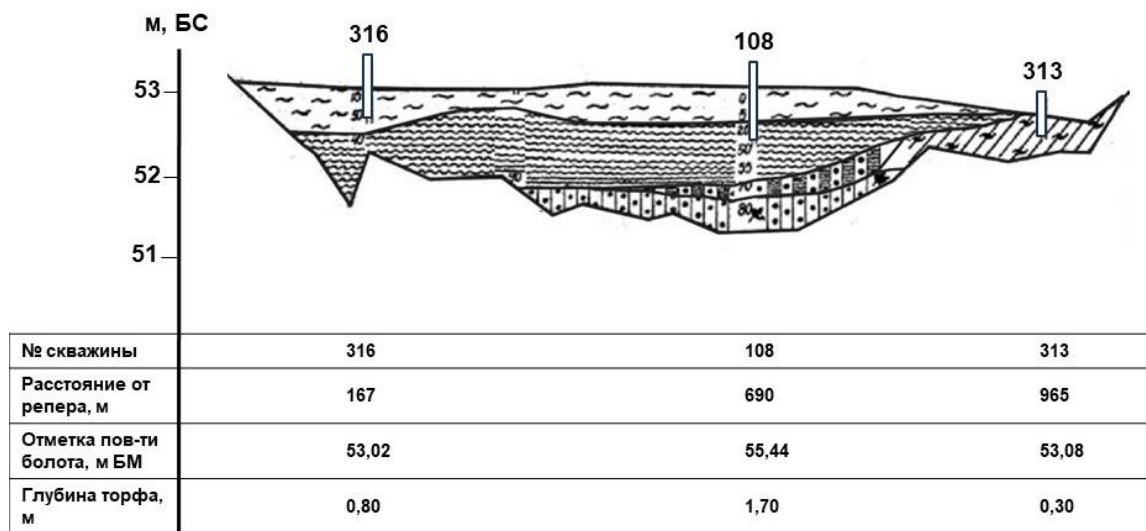


Рисунок В.7 –Профиль болота Ламмин-Суо по водомерному створу №3



Рисунок В.8 –Условные обозначения видов торфа, представленных на схемах

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Таблица Г.1 – Водный баланс болота Ламмин-Суо для гидрологического года за период 1956–2024 гг., мм

Гидро-логический год	Атмосферные осадки	Испарение с болота	Климатический сток	Русловой сток	Изменение влагозапасов в деятельном слое	Суммарная невязка
1956-1957	865	310	555	435	35	155
1957-1958	783	424	359	416	11	-47
1958-1959	642	311	331	301	-35	-5
1959-1960	561	333	227	130	-31	66
1960-1961	819	435	383	314	49	118
1961-1962	992	363	629	544	29	114
1962-1963	732	406	327	308	-28	-10
1963-1964	559	396	162	231	-20	-89
1964-1965	696	387	308	275	16	49
1965-1966	1002	486	516	503	21	34
1966-1967	839	418	420	366	-8	46
1967-1968	938	392	546	416	10	141
1968-1969	659	426	233	258	-19	-45
1969-1970	726	436	290	257	-9	25
1970-1971	791	418	373	303	8	77
1971-1972	627	450	178	189	-29	-41
1972-1973	796	410	386	156	-3	228
1973-1974	995	323	672	437	49	285
1974-1975	793	424	368	378	-25	-35
1975-1976	787	315	472	291	10	191
1976-1977	823	348	475	293	2	185
1977-1978	759	279	480	347	-14	119

Гидро-логический год	Атмосферные осадки	Испарение с болота	Климатический сток	Русловой сток	Изменение влагозапасов в деятельном слое	Суммарная невязка
1978-1979	764	333	431	355	12	88
1979-1980	993	309	683	573	19	129
1980-1981	1128	298	831	939	21	-88
1981-1982	812	339	472	403	-7	62
1982-1983	1050	353	696	548	-26	122
1983-1984	1245	363	882	726	13	170
1984-1985	713	283	430	312	-7	110
1985-1986	1010	339	671	496	10	185
1986-1987	1071	291	781	670	12	122
1987-1988	972	324	649	472	-32	145
1988-1989	928	309	618	448	4	174
1989-1990	924	299	624	496	-6	122
1990-1991	1001	334	667	467	-5	195
1991-1992	823	334	489	392	-18	79
1992-1993	901	322	579	372	20	226
1993-1994	845	292	553	375	-14	165
1994-1995	874	336	538	399	1	140
1995-1996	611	292	319	232	-14	73
1996-1997	979	278	701	448	19	273
1997-1998	960	333	627	468	5	165
1998-1999	554	325	229	254	-50	-75
1999-2000	834	273	562	255	25	332
2000-2001	868	293	575	367	8	216
2001-2002	796	296	500	337	-8	155
2002-2003	747	273	474	256	-1	217

Гидро-логический год	Атмосферные осадки	Испарение с болота	Климатический сток	Русловой сток	Изменение влагозапасов в деятельном слое	Суммарная невязка
2003-2004	947	334	613	421	26	217
2004-2005	887	320	567	394	-6	167
2005-2006	700	351	350	226	-35	88
2006-2007	949	265	684	357	33	360
2007-2008	987	302	686	411	5	280
2008-2009	1005	383	622	490	3	135
2009-2010	798	358	441	357	-21	62
2010-2011	984	315	669	453	11	227
2011-2012	1109	392	717	505	14	226
2012-2013	829	419	409	330	-20	60
2013-2014	970	357	613	428	-4	181
2014-2015	745	290	455	288	-6	161
2015-2016	1104	424	680	557	15	139
2016-2017	1010	401	609	544	0	64
2017-2018	1004	362	641	488	-4	149
2018-2019	850	292	558	346	-10	202
2019-2020	1088	318	770	511	14	273
2020-2021	895	334	561	380	-22	159
2021-2022	811	313	499	329	11	180
2022-2023	899	309	589	357	-23	210
2023-2024	935	334	601	355	10	256

Таблица Г.2 – Водный баланс участка болота Иласское (водосбор р. Черная) для гидрологического года за период 1964–2020 гг., мм

Гидро-логический год	Атмосферные осадки	Испарение с болота	Климатический сток	Русловой сток	Изменение влагозапасов в деятельном слое	Суммарная невязка
1964-1965	594	169	425	233	0	191
1965-1966	823	291	532	376	-18	139
1966-1967	551	246	305	179	9	135
1967-1968	582	217	365	271	-5	89
1968-1969	582	226	356	–	4	–
1969-1970	637	281	356	–	18	–
1970-1971	682	218	464	–	-16	–
1971-1972	581	262	320	237	-10	74
1972-1973	571	265	306	210	-12	84
1973-1974	545	226	319	195	5	129
1974-1975	612	240	372	173	28	227
1975-1976	766	224	542	434	-3	105
1976-1977	680	245	434	265	7	176
1977-1978	737	202	535	319	1	218
1978-1979	725	240	485	381	-16	88
1979-1980	469	180	289	213	-7	69
1980-1981	698	246	452	211	14	255
1981-1982	584	226	358	220	8	145
1982-1983	786	233	553	335	11	229
1983-1984	825	250	575	474	-16	85
1984-1985	728	260	468	327	-9	132
1985-1986	582	243	338	279	14	73
1986-1987	580	229	351	247	-3	102
1987-1988	679	284	395	256	-5	133

Гидро- логический год	Атмосферные осадки	Испарение с болота	Климатический сток	Русловой сток	Изменение влагозапасов в деятельном слое	Суммарная невязка
1988-1989	632	360	271	232	-3	36
1989-1990	630	276	354	272	3	85
1990-1991	773	297	476	349	9	136
1991-1992	610	209	402	246	5	161
1992-1993	757	235	522	386	-1	135
1993-1994	603	250	353	172	9	191
1994-1995	891	222	669	489	1	180
1995-1996	664	263	401	382	-6	12
1996-1997	760	302	458	419	-13	26
1997-1998	745	256	489	345	5	149
1998-1999	631	276	355	280	-1	75
1999-2000	833	274	558	–	-12	–
2000-2001	602	277	325	142	-9	174
2001-2002	633	293	340	249	25	116
2002-2003	771	293	478	466	5	18
2003-2004	681	–	–	348	-8	–
2004-2005	656	326	330	315	-13	15
2005-2006	724	283	441	311	22	130
2006-2007	888	322	566	588	7	-22
2007-2008	838	237	602	506	-9	96
2008-2009	661	297	364	381	-10	-17
2009-2010	683	322	361	275	-7	86
2010-2011	564	340	224	235	15	-11
2011-2012	854	293	560	447	-17	113
2012-2013	617	307	310	305	6	5

Гидро-логический год	Атмосферные осадки	Испарение с болота	Климатический сток	Русловой сток	Изменение влагозапасов в деятельном слое	Суммарная невязка
2013-2014	677	281	396	317	14	80
2014-2015	709	310	399	296	-8	103
2015-2016	679	322	357	267	7	90
2016-2017	846	248	598	542	-3	55
2017-2018	760	364	396	424	0	-29
2018-2019	810	286	525	483	6	42
2019-2020	853	300	553	559	3	-5