

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ГЕОСИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ»  
(СГУГиТ)



Кафедра экологии и природопользования

Бакалаврская работа соответствует установленным  
требованиям и направляется в ГЭК для защиты

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Д. С. Дубовик  
(подпись)

## БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

05.03.06 Экология и природопользование

# ДИНАМИКА ЗАПАСОВ ФИТОМАССЫ В РЯМАХ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Выпускник \_\_\_\_\_ Е. А. Сайб  
(подпись)

Руководитель \_\_\_\_\_ Н. П. Косых  
(подпись)

Нормоконтролёр \_\_\_\_\_ А. Ю. Луговская  
(подпись)

Новосибирск – 2016

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 ИЗУЧЕННОСТЬ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ .....	7
2 ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ.....	15
2.1 Ландшафтные особенности территории и растительность.....	15
2.2 Климатические характеристики.....	17
3 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	18
3.1 Объект исследования: «Николаевский рям».....	18
3.2 Методы определения запасов фитомассы.....	20
3.2.1 Метод определения запасов надземной фитомассы.....	23
3.2.2 Метод определения запасов подземной фитомассы.....	26
4 АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОЛУЧЕННЫХ В ХОДЕ ИССЛЕДОВАНИЯ «НИКОЛАЕВСКОГО РЯМА» НСО ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ.....	29
4.1 Запасы надземной фитомассы в болотных экосистемах лесостепной зоны Западной Сибири.....	29
4.2 Динамика запасов надземной фитомассы в течение вегетационного периода 2015 года в разных экосистемах ряма.....	31
4.3 Динамика запасов подземной фитомассы в течение вегетационного периода 2015 года в разных экосистемах ряма.....	37
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	43
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	44
ПРИЛОЖЕНИЕ А (справочное) ВЕС РАЗНЫХ ФРАКЦИЙ РАСТЕНИЙ НАДЗЕМНОЙ И ПОДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЫ, ОСНОВНЫХ ЭКОСИСТЕМ «НИКОЛАЕВСКОГО РЯМА», 2015.....	48

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ГЕОСИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ»  
(СГУГиТ)

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Л.К. Трубина  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015г.

ЗАДАНИЕ  
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ  
в форме бакалаврской работы

Студенту (студентке) \_\_\_\_\_  
Группа \_\_\_\_\_ Институт \_\_\_\_\_  
Направление 022000 «Экология и природопользование» \_\_\_\_\_  
Код квалификации \_\_\_\_\_ Степень или квалификация бакалавр  
Тема ВКР \_\_\_\_\_

Руководитель \_\_\_\_\_  
Ученое звание, ученая степень руководителя \_\_\_\_\_  
Место работы, должность руководителя \_\_\_\_\_

Срок сдачи полностью оформленного задания на кафедру \_\_\_\_\_  
Задание на ВКР (перечень рассматриваемых вопросов):

Перечень графического материала с указанием основных чертежей и (или)  
иллюстративного материала (формат А1): \_\_\_\_\_

Исходные данные к ВКР (перечень основных материалов, собранных в период  
преддипломной практики или выданных руководителем) \_\_\_\_\_

## ГРАФИК ВЫПОЛНЕНИЯ ВКР

Номер этапа	Этапы ВКР	Срок исполнения
1	Начало выполнения ВКР	10.04.16
2	Подбор литературы и исходных материалов	10.04.16 – 15.04.16
3	Выполнение исследовательских, экспериментальных, расчетных работ (нужное)	16.04.16 – 24.04.16
4	Выполнение графических (иллюстративных)	25.04.16 – 30.05.16
5	Текстовая часть ВКР (указать ориентировочные названия разделов и конкретные сроки их)	
	1. Анализ литературных источников по изучению болотных экосистем	2.05.16 – 8.05.16
	2. Природно-климатические условия лесостепной зоны Западной Сибири	9.05.16 – 15.05.16
	3. Объекты и методы исследований	16.05.16 – 22.05.16
	4. Анализ результатов полученных в ходе исследования «Николаевского рьяма»	23.05.16 – 29.05.16
6	Первый просмотр руководителем	29.05.16
7	Второй просмотр руководителем	5.06.16
8	Срок сдачи ВКР на кафедру	10.06.16

«\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Руководитель \_\_\_\_\_

(подпись)

Задание принял к исполнению и с графиком согласен \_\_\_\_\_

(подпись студента)

## ВВЕДЕНИЕ

Современное экологическое состояние верховых сфагновых болот лесостепной зоны вызывает большую тревогу. Анализ снимков данной территории, имеющихся в системе Google Earth, и рекогносцировочные работы на местности показали, что большая часть этих редких природных объектов, даже отнесенных к категории памятников природы, подвергалась влиянию пирогенного фактора. Общее число рямовых комплексов (в среднем площадью 1800-2000 га) составляет всего лишь несколько десятков в пределах Новосибирской области.

Рямы, в современных условиях климата лесостепи, подвержены значительному иссушению в весенне-летний период. Для островных рямов, которые доступны и легко осушаются, реальной является опасность включения их местными ведомствами в сырьевую базу торфопредприятий с последующим их осушением, уничтожением растительности и добычей торфа.

Актуальность исследований. Биологическая продуктивность является одним из главных показателей, характеризующих выполнение экосистемами глобальных биосферных функций. Среди других экосистем суши, связанных с аккумуляцией энергии и вещества, болота занимают одно из ведущих мест, в том числе болота лесостепной и таежной зон Западной Сибири, в которых запасы углерода в торфах составляют 47,9-1015 г [15]. Согласно приближенной оценке средний в голоцене темп связывания углерода болотными экосистемами составляет 13,5 гС/м<sup>2</sup> в год, а доля связанного углерода достигает 15 % от годичной продукции [5].

Экосистемы с избыточным увлажнением занимают до 70 % зоны - территории интенсивного хозяйственного использования, поэтому здесь особую актуальность имеет проблема сохранения устойчивости природных систем, представленных большим разнообразием болотных экосистем и типов растительности. Болотным экосистемам Западной Сибири принадлежит большая роль в динамике глобального цикла углерода. Они являются специфическими

экосистемами, в которых сосредоточен основной пул углерода в виде торфа. Кроме того болота оказывают непосредственное влияние на содержание парниковых газов в атмосфере и возможные климатические изменения.

В болотных экосистемах Западной Сибири достаточно хорошо изучена структура надземной фитомассы заболоченных лесов и в меньшей степени болот. Практически не освещена, в научной литературе, продуктивность мохового покрова и особенно подземного яруса. Поэтому основное внимание было сосредоточено нами на определении запасов и сезонной динамики параметров биологической продуктивности.

Цель работы: в условиях лесостепной зоны Западной Сибири в основных типах болотных экосистем установить структуру и динамику запасов фитомассы в зависимости от состава растительного сообщества.

Задачи исследований:

1. Изучить сезонную динамику запасов надземной и подземной фитомассы.
2. Определить запасы надземной, подземной фитомассы и мортмассы в основных болотных экосистемах лесостепной зоны Западной Сибири.

## 1 ИЗУЧЕННОСТЬ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Болота на территории Западной Сибири занимают значительные площади и являются неотъемлемыми компонентами природы, представляют собой ценные природные образования такие же, как и леса, луга, степи, реки, озера. Болота вносят существенный вклад в фонд общего биологического и ландшафтного разнообразия [5].

Болота, как и другие природно-территориальные комплексы, составляющие биосферу, служат важными элементами в системе взаимосвязи, взаимодействия и взаимообусловленности отдельных их компонентов: литогенной основы, климата, почв, вод и т.д.

Современные методы оценки состояния и изменений природной среды часто строятся на контроле компонентов ландшафта. Изучение растительности, является наиболее явным и информативным признаком изменения геосистем.

Необходимо дальнейшее углубленное изучение природы болот для выявления их свойств, закономерностей размещения и динамики. В связи с большими планами освоения болот особенно острой становится проблема их охраны в целях сохранения биологических ресурсов и целостности природной среды.

В 1967 году по единой Международной биологической программе (МБП) началось изучение биологической продуктивности, обменных процессов и биологического круговорота веществ в болотных экосистемах, в первую очередь, были разработаны унифицированные методы стационарных и экспериментальных исследований. В то же время разрабатывались методологические основы и первые методики по изучению биологической продуктивности растительного покрова заболоченных территорий [28, 33, 38, 39, 40]. Однако, почти все эти методы, были направлены на изучение продуктивности древесного яруса суходольных и заболоченных лесов. Только через какое-то время появились конкретные приемы и методы для изучения болотных экосистем, большое внимание уделялось

особенностям их образования и функционирования. Первые методы изучения продуктивности кустарничково-мохового яруса, в области теоретического и экспериментального исследования биопродуктивности болотных экосистем, были предложены Н.Г. Солоневич, а затем Н.И. Андреяшкиной и П.Л. Горчаковским был разработан метод определения прироста надземной фитомассы вечнозеленых кустарников и кустарничков в лесотундровых сообществах [1, 41].

Эти методы впервые позволили ученым получить наиболее полные сведения о продуктивности и круговороте веществ в растительных сообществах Земного шара, но среди этих исследований мало данных о биопродуктивности болотных экосистем [37].

Стационарные исследования биологической продуктивности и круговорота веществ начал Н.И. Пьявченко в 1960 году сразу на нескольких болотах Вологодской, а затем Томской области в зоне южной тайги [34, 35, 36]. Позже принцип многолетних стационарных наблюдений использовал в своих исследованиях взаимоотношений леса и болота в таежной зоне Западной Сибири Ф.З. Глебов и Л.С. Толейко, которые занимались оценкой запасов углерода в болотах России [12, 13].

В настоящее время большая часть данных по биологической продуктивности болотных экосистем собраны в монографии Н.И. Базилевич [2]. Нужно отметить, что большинство из этих данных получено для европейской части России.

Считается, что болота являются наземными резервуарами углерода – как источники и поглотители «парниковых» газов, которые способны накапливать и аккумулировать его в качестве торфяных залежей. В связи с проблемой, предполагаемого изменения климата еще в конце прошлого века появился новый интерес к западносибирским болотным экосистемам. Болота таежной зоны Западной Сибири занимают одно из ведущих мест и охватывают от 30 до 70 % территории, в которых запасы углерода в торфах составляют  $47,9 \cdot 10^{15}$  г [15]. Поэтому для основных типов болот Западной Сибири были сделаны оценки запасов фитомассы и продукции [8, 7, 6, 20, 21, 22, 27].



Среди наземных экосистем с избыточным увлажнением очень хорошо изучена структура и биологическая продуктивность заболоченных лесов. Для Западной Сибири широко известно комплексное исследование параметров первичной биологической продуктивности (фитомасса, прирост) как сообщества в целом, так и отдельных структурных и функциональных частей, включая надземную фитомассу и продукцию отдельных видов растений болотных биогеоценозов Восточного Васюганья [45].

В 1988 году В.В. Валетовым была проведена оценка запасов и годового прироста фитомассы болот Березинского заповедника Белоруссии [4].

Комплексная и масштабная работа проведена Т.А Копотевой по изучению продуктивности болот Дальнего Востока [20]. В течение нескольких лет она отслеживала динамику запасов органического вещества в болотных биогеоценозах Приамурья. Однако в этих работах, в основном исследовалась структура запасов надземной фитомассы, и редко учитывалась подземная фитомасса. Вообще о запасах живых подземных органов в болотных экосистемах в литературе очень мало сведений.

В комплекс исследований продуктивности, обязательно включаются основные компоненты чистой первичной продукции - надземная продукция сосудистых растений, мхов, лишайников и подземная продукция. Эти компоненты отличаются по величине, и имеют очень большое значение в функционировании экосистемы. Особенно большое значение для продукции болотных экосистем составляет вклад мохового покрова, который на некоторых элементах рельефа составляет 40, а в олиготрофных мочажинах – 90 % от общей продукции. Поэтому особое внимание уделяется изучению продукции мхов в исследованиях биологической продуктивности болот. Продукция мхов изменяется в довольно широком диапазоне в различных экосистемах, и зависит от климатических условий, типа экосистемы, степени обводненности территории и микроландшафта.

Величина продукции подземного яруса оценивается редко, хотя довольно часто оказывается значительно выше надземной. Имеющиеся немногие

литературные данные, которые оценивают вклад подземного яруса, свидетельствуют об его огромной роли в формировании общей продукции. Например, в травяных осоковых болотах главную роль играют корни осок. Общая продукция осоковых болот составляет  $870 \text{ г/м}^2$  в год, из которых на зеленую фитомассу приходится 25 и на подземную – 75 %.

Биологическая продуктивность болотных экосистем Западной Сибири достаточно хорошо изучена с точки зрения структуры надземной фитомассы заболоченных лесов и в меньшей степени болот.

М.И. Нейштадт называет заболоченность Западно-Сибирской равнины мировым природным феноменом [29]. На земном шаре нет больше территории, где бы болота занимали такие огромные площади. Только зона тайги включает 141 млн. га, из них 70,4 млн. га заболочено. Особенно много болот на юге Западной Сибири, в пределах Васюганья (70 % площади) [9].

Довольно активное изучение болот на юге Западной Сибири проводилось в первой половине двадцатого века российскими исследователями, которые уделяли должное внимание верховым сфагновым болотам в лесостепи Курганской области, в западной и центральной частях Барабы. Этими исследователями при проведении географических и торфведческих работ давались лишь краткие сведения о видовом составе сообществ и о характере растительности островных верховых болот [5, 16, 31, 29].

В последние несколько десятков лет научная общественность признает, что болота играют большую роль в круговороте углерода на Земле, и в связи с тем, что западносибирские болотные массивы занимают огромные площади и являются крупнейшими аккумуляторами углерода атмосферы в торфе, имеют глобальное значение. Вопросы продуктивности болотных экосистем Западной Сибири рассматривались в работах Н.И. Базилевич, Н.И. Пьявченко, А.А. Храмова и В.И. Валущкого и других исследователей [3, 34, 36, 45]. В тоже время запасы подземного растительного вещества и подземная первичная продукция оставались малоизученными. В лаборатории биогеоценологии Института почвоведения и агрохимии была разработана методика выделения подземных

фракций растительности, учета запасов подземной фитомассы и определения подземной первичной продукции в болотных экосистемах [18, 19, 44]. Данная работа продолжает цикл статей лаборатории биогеоценологии ИПА СО РАН, посвященных изучению параметров продуктивности западносибирских болот.

Болота лесостепной зоны Западной Сибири выполняют важную аккумулятивную функцию территории и занимают до 7,3 % площади. В зонах недостаточного увлажнения, которые захватывают по ботанико-географическому районированию Западной Сибири лесостепь и степь, наибольшего распространения достигают вогнутые евтрофные, засоленные, тростниковые, крупноосоковые и травяные болота. На этой территории изредка можно встретить верховые олиготрофные болота (рямы), которые находятся на южной границе своего ареала. Заболоченность этой зоны невелика, но значение в ландшафте и вклад в биологический круговорот этих болотных экосистем значительный. Наибольшего распространения верховые сфагновые болота достигают в таежной зоне. В лесостепи они находятся на границе своего ареала и не образуют значительных по площади болотных массивов, а представлены в ландшафте в виде отдельных небольших островков и поэтому весьма уязвимы. Особенно это относится к объектам, расположенным вблизи населенных пунктов и подверженных антропогенному влиянию (пожары, вырубки, разработки торфа и т. п.). Таким образом, исследования верховых сфагновых болот лесостепной зоны и оценка их биологической продуктивности представляют большой научный и практический интерес [21].

В современном лесостепном ландшафте Барабы рямы сохранились в виде лишь небольших островков с характерной растительностью и оказались изолированы от основного ареала. Основная задача ученых заключалась в определении количественной оценки верховых и низинных болот, находящихся на южной границе своего ареала (лесостепь) в сравнении с болотами верхового типа находящимися в наиболее благоприятных условиях развития (средняя тайга). Полевые исследования показали, что растительный покров верховых болот лесостепной зоны в значительной мере трансформирован в результате

антропогенного воздействия и частых пожаров. Это влияние отразилось в первую очередь на основных показателях продуктивности фитоценозов. Несмотря на схожесть значений величин чистой первичной продукции сосново-кустарничково-сфагновых фитоценозов лесостепи и средней тайги, существуют некоторые очевидные отличия в структуре фитомассы.

В первую очередь отличается сфагновый покров (разрежен и имеет пятнистую структуру), и кустарничковый ярус. Основной причиной – является пирогенный фактор, который в условиях лесостепи приводит к необратимым нарушениям растительного покрова. По прослойкам золы в толще фускум-торфа можно проследить повторяемость возгораний и глубину трансформации экосистемы верхового сфагнового болота. В огне полностью погибает моховой покров, его возобновление сильно затруднено из-за не самых благоприятных климатических условий. В отсутствие мохового покрова, в современных условиях, практически прекращается процесс накопления торфа. При этом поступление зольных элементов в верхнюю часть профиля торфяной почвы стимулирует рост кустарничков, увеличивая запас фотосинтезирующей фитомассы в 1.7 раза, а подземных органов в 1.9 раза. Многолетних частей кустарничков в условиях средней тайги примерно в 2.2 раза больше, чем в лесостепи [30]. Таким образом, роль сфагновых мхов как основных торфообразователей становится минимальной, а низкорослые кустарнички, получают преимущество для развития. Из-за гибели подроста возобновление древесного яруса (в особенности болотной сосны) затруднено.

В лесостепи, общий запас мортмассы сосново-кустарничково-сфагнового фитоценоза примерно в 2 раза ниже, чем в таежной зоне. При этом количество подстилки в 4 раза больше. Это свидетельствует о высокой скорости минерализации верхнего слоя торфа и эта ситуация является типичной для многих болотных комплексов лесостепной зоны.

Серьезной трансформации природной экосистемы подвергся «Большой Убинский рям», ведь в результате частых пожаров в центральной части болотного массива совсем исчезла сосна, лишь по периферии болота остались отдельные

обгоревшие деревья. Местами сохранившийся сфагновый покров не способен обеспечивать нормальный водный баланс, и уровень болотной воды находится почти у поверхности торфяной залежи. От постоянного избытка влаги молодые березки высотой 1.5–2 м со следами недавнего пожара погибают, встречается очень много сухих деревьев и кустарничков. На этом негативном фоне выделяется относительно благополучно избежавший выжигания «Николаевский рям».

В Барабинской лесостепи верховые болота чаще всего встречаются в комплексе с высокопродуктивными тростниковыми, разнотравно-вейниковыми и разнотравно-тростниковыми болотами «займищного» типа. Эти болота («займища»), являются мощными источниками атмосферного метана. Измерения эмиссии метана, на низинном осоково-тростниковом болоте в 2006 году, показали, что с площади 66 га выделялось в атмосферу 110 кг  $\text{CH}_4$  в сутки, а количество растворенного в болотной воде газа составило 4752 кг на той же площади [30]. При достаточно близких значениях зеленой фитомассы, по сравнению с аналогичными болотами периферийной части рямового комплекса, тростниковое займище характеризуется значительно более низкими запасами ветоши и подстилки. Это свидетельствует о более высоких темпах минерализации растительных остатков в низинных тростниковых болотах, чем в олиготрофных болотных комплексах. Между собой разнотравно-вейниковое и разнотравно-тростниковое болота на периферии «Маракинского ряма» отличались в разных фракциях в 1,2 – 1,8 раза. Запасы фитомассы олиготрофных рямов в 2 – 4 раза меньше, чем запасы фитомассы евтрофных тростниковых и осоковых болот. Запасы мортмассы рямов в 2 – 2,5 раза выше, чем в евтрофных болотах [30]. При анализе состояния и функционирования травяных фитоценозов важно знать не только запасы зеленой массы – хозяйственно-полезной продукции, но и корневых систем, ветоши, подстилки и корневого опада, участвующих в биологическом круговороте и определяющих роль и значение растительности в жизни биогеоценоза. Чистая первичная продукция рямов лесостепи может быть даже больше, чем в рямах средней тайги.

По мнению М.А.Глазовской, болота - это восстановительные ландшафтно-геохимические барьеры, своеобразные "ловушки", где могут аккумулироваться токсичные техногенные органические вещества и некоторые металлы [11]. В местах особо сильного техногенного загрязнения накопление токсичных веществ на болотах на порядок выше, чем на окружающих суходольных территориях. Аккумулирующая способность устраняет загрязнение территории: попадая на поверхность болот из атмосферы, растворимые вещества частью используются растениями, частью с выпуклых болот могут сбрасываться к окраинам или топям. Нерастворимые или слабо растворимые вещества наряду с растительными остатками захороняются в процессе торфообразования, выключаясь из обмена.

## 2 ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Лесостепная зона Западной Сибири протягивается неширокой полосой шириной от 150 до 300 км, от Урала до предгорий Салаирского кряжа и Алтая. Южная граница зоны проходит по р. Уй — левому притоку Тобола, южнее Петропавловска к Омску и далее к Барнаулу. Для лесостепной зоны Западной Сибири характерно сложное сочетание осиново-березовых перелесков-колков и степных, ныне распаханых участков с осоково-кочкарными болотами и солончаковыми лугами. От лесостепи Русской равнины ее отличает не только более северное положение, но и сильная засоленность, широкое развитие болот и множество озер [32].

Зона лесостепи подразделяется на северную и южную подзоны. Северная подзона отличается большей залесенностью и заболоченностью, от южной лесостепи, которая более засолена. Пространства без леса заняты остепненными лугами на выщелоченных и оподзоленных черноземах.

### 2.1 Ландшафтные особенности территории и растительность

В северной части зоны лесистость от 25 % изменяется до 5 % на юге. Леса в основном представлены осиново-березовыми колками, которые в большинстве случаев приурочены к солодевым западинам или солонцеватым почвам. В лесах преобладает береза бородавчатая, хорошо приспособившаяся к солонцеватым почвам. По участкам колков более увлажненным растут береза пушистая и осина. Сосновые боры распространены на песчаных грунтах надпойменных террас (дерново-подзолистые и подзолистые почвы) [25, 26].

Слабая дренированность поверхности и развитие процессов засоления и заболачивания, при сложном сочетании в пространстве, создают уникальный почвенно-растительный покров зоны, который отличается большой пестротой. На междуречьях и склонах под луговыми степями формируются самые плодородные

почвы — так называемые тучные черноземы. При мощности гумусового горизонта примерно 50 см, содержание гумуса в них достигает 10 — 12 %. Под остепненными лугами (в северной части зоны), в составе которых присутствует лишь 40 % степных видов, пашнями, а местами и под древесной растительностью распространены выщелоченные и оподзоленные черноземы. К югу тучные черноземы постепенно сменяются обыкновенными черноземами, на которые приходится около 10 % земельной площади. На слабодренированных речных террасах и междуречных равнинах, при условии неглубокого залегания пресных грунтовых вод, доля луговых видов в травостое возрастает, здесь формируются лугово-черноземные почвы. На небольших участках сохранились целинные луговые степи и остепнённые луга [10].

Лесостепь богата мелководными озерами с пологими берегами. Среди них встречаются пресные, солоноватые и соленые озера. В понижениях рельефа нередко вызывают заболачивание залегающие неглубоко грунтовые воды, что связано со слабой дренированностью поверхности. От того, что мощность четвертичных отложений невелика, а коренные палеогеновые и неогеновые толщи соленосны, грунтовые воды часто бывают засолены. В северной же части зоны мощность четвертичных отложений более значительна, поэтому верхние горизонты содержат пресные грунтовые воды.

В лесостепной зоне Западной Сибири высокая заболоченность (до 25 %) существует вопреки климату (это зона недостаточного увлажнения) и, возможно, благодаря влиянию севернее расположенных болот подзоны осиново-березовых лесов. В частности, велико воздействие на развитие болотообразовательных процессов в Барабинской лесостепи огромного Васюганского болота (около 5 млн. га), которое частично заходит и в зону лесостепи. Наличие болот и близкое стояние к поверхности грунтовых вод создают здесь условия естественного рассоления и развития вокруг болот луговой растительности. Лесостепь Западной Сибири, по болотному районированию, представляет собой зону тростниковых и крупноосоковых болот. В Западной Сибири наблюдается зональное распределение болот [14].



## 2.2 Климатические характеристики

Континентальный климат зоны отличается суровой зимой (ветреной и малоснежной) и жарким сухим летом. Средняя температура января — 17 — 20 °С, абсолютный минимум — 54 °С. В западной части зоны за зиму бывает до 25 — 30 дней с метелями, а в восточной до 45 — 49 дней. Снежный покров лежит 150 — 165 дней, его мощность в конце зимы в понижениях достигает 30 — 40 см, а на выпуклых элементах рельефа — менее 20 см, поэтому на них часто замерзают посевы. С конца марта до середины апреля снег быстро стаивает. Быстро растет температура воздуха, но в мае (а в восточной части до середины июня) очень часто случаются ночные заморозки [43].

Летом погода чаще всего бывает засушливая, суховейно-засушливая и умеренно-засушливая с частыми ветрами. Температура июля в среднем 18 — 20 °С, максимально поднимается до +39 — 41 °С. Вегетационный период составляет 150 — 160 дней. Сумма температур за период, когда среднесуточная температура выше 10 °С, составляет 1800 — 2000. Осадков летом выпадает немного - около 200 мм, при этом основная их масса выпадает в первую половину лета, когда испарение происходит особенно интенсивно. Иногда бывают ливни, которые за сутки приносят до 80 мм осадков. Каждый 3 — 4-й год в лесостепях Западной Сибири бывает засушливым, в связи с усилением меридионального переноса воздушных масс. Годовая сумма осадков составляет примерно 400 — 500 мм, что меньше испаряемости, поэтому поверхностный сток невелик [32, 42, 43].

### 3 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В настоящее время нет единых методов учета фитомассы, мортмассы и продукции в болотных экосистемах, поэтому используются методы, разработанные для учета растительного вещества в травяных экосистемах [37, 44]. Для болотных экосистем имеются методики учета надземной фитомассы цветковых и частично мхов [1, 24, 41]. Однако в болотных экосистемах имеется существенная специфика – присутствие в их растительном покрове мхов, кустарников, кустарничков.

На территории лесостепной зоны рьямы встречаются редко, т.к. здесь они находятся на границе своего ареала. При этом болота верхового типа в данной местности представлены в виде отдельных островков и не образуют крупных болотных массивов. Болотные растительные сообщества на рьямах в настоящее время подвержены значительным антропогенным воздействиям: пожарам, рубкам сосновых древостоев, нарушениям растительности от вытаптывания, проходов гусеничного транспорта, осушению займищных окраек, техногенному и бытовому загрязнению [4]. В этом смысле Николаевский рям остается наименее измененным.

#### 3.1 Объект исследования

Объект исследования «Николаевский рям», находится в лесостепной зоне Новосибирской области ( $55^{\circ}09'$  с. ш.,  $79^{\circ}03'$  в. д.). На схеме показано местоположение рьяма (рисунок 1).



Рисунок 1 – Схема расположения «Николаевского рям»

Это Западносибирская провинция северных разнотравных степей, тростниковых и крупноосоковых болот [17]. Географическое положение рям накладывает весьма специфические условия для существования верхового болота. Находясь на большом расстоянии от океана в умеренном климатическом поясе, в лесостепи, где формируется континентальный климат с суровой ветреной и малоснежной зимой и жарким сухим летом, болота здесь существуют вопреки климату, т.к. их питание происходит только за счет атмосферных осадков.

Рям «Николаевский», сформирован несколькими основными болотными экосистемами. На космическом снимке рям выглядит так, как показано на (рисунке 2).



1-займище, 2-рям, 3-мезотрофная мочажина с озером в центре

Рисунок 2 - «Николаевский рям»

По периферии болото окаймляют обводненные тростниковые и осоково-тростниковые сообщества – займища, где доминируют такие виды, как *Phragmites australis* (45 % проективного покрытия), *Carex riparia* (30 % п.п.), *Carex cespitosa*, *Carex rostrata*, также встречаются представители разнотравья (*Vicia sp.*, *Stachys palustris*, *Lythrum salicaria*).

Центральная часть болота, наиболее возвышенная – рям. Верхний ярус которого сформирован сосной *Pinus sylvestris* с примесью березы *Betula pubescens*, единично встречается *Pinus sibirica*. Микрорельеф хорошо выражен: кочки высотой до 30 см и диаметром до 1,5 м занимают 50 % площади ряма. Кочки покрыты вечнозелеными кустарничками *Chamaedaphne calyculata*, *Ledum palustre*, *Andromeda polifolia* и *Vaccinium vitis-idaea*. Высота кустарничкового яруса 40 см и проективное покрытие 30 %. В небольшом обилии присутствуют два вида клюквы *Oxycoccus palustris* и *Oxycoccus microcarpus*. В травяном ярусе преобладает *Rubus chamaemorus*, изредка встречается *Eriophorum vaginatum* и *Drosera rotundifolia*. Доминантом мохового покрова является сфагновые мхи: *Sphagnum fuscum* и *Sphagnum capillifolium* (80 % проективного покрытия). Уровень болотных вод большую часть вегетационного периода колеблется в пределах 20-30 см ниже мохового покрова в межкочьях.

В центре ряма образовалось вторичное озеро, вокруг которого располагается мезотрофная вахтово-осоково-сфагновая мочажина. Доминируют такие осоки, как: *Carex rostrata*, *Carex lasiocarpa*, *Carex limosa*, занимающие 40 % проективного покрытия. В том числе встречаются пушица *Eriophorum vaginatum* (10 %), из разнотравья - *Menyanthes trifoliata*, *Comarum palustre*. Кустарничковый ярус мочажины сформирован такими видами как *Oxycoccus palustris* (35 % проективного покрытия), также присутствует *Chamaedaphne calyculata* (8 %).

### 3.2 Методы определения запасов растительного вещества

Изучение фитоценозов было проведено с использованием методов биогеоценологических исследований, полевых геоботанических описаний,

выполненных в маршрутах и на экологических профилях пробных площадей и ключевых участков с учетом основных элементов ландшафта. Репрезентативность пробной площади контролировалась по аэрофотоснимкам и топографическим картам масштаба 1:1000000. На пробной площади болотной экосистемы выделялись ключевые участки, с контрольными площадками (10×10 м), для геоботанического описания растительного сообщества [23]. При гомогенном растительном покрове на пробной площади закладывался трансект, вдоль которого последовательно через 50 см отбирались пробы (7-10 шт.) для определения запасов растительного вещества трав, кустарников и кустарничков; при гетерогенном – пробы отбирались на типичных формах микрорельефа (кочки, межкочья и т.п.). Отбор проб проводился каждый месяц, начиная с мая месяца в начале вегетации, в период максимального развития растений и в конце вегетации. Всего было сделано 4 отбора проб в течение вегетационного сезона. Растительное вещество подразделялось нами на надземную, подземную фитомассу и мортмассу. К надземной отнесена фитомасса трав, кустарников и кустарничков, срезанных над головками мхов, с площадки размером 40×40 см<sup>2</sup>. Подземные слои отличаются сравнительно однородным строением, поэтому для учета растительного вещества этих ярусов достаточным является объем пробы 1 дм<sup>3</sup>. К подземной отнесена фитомасса корней, корневищ, узлов кушения трав и погребенный частей кустарничков. Отбор проб проводился пробоотборником послойно от поверхности головок мхов до глубины 30 см. Фракции фитомассы разделялись по видовой принадлежности.

Общий запас биомассы растений в болотах складывается из запасов живой фитомассы и мортмассы растений, которые в свою очередь формируются разными фракциями. Запасы биомассы рассчитываются в единицах массы на единицу площади (г/м<sup>2</sup>). При изучении надземной фитомассы выделяются следующие фракции: надземная фитомасса трав, кустарничков и кустарников, фотосинтезирующие части сфагновых мхов. Фитомасса кустарничков дополнительно делится на листья и побеги текущего года, прошлогодние и

многолетние. Отдельно выделяется надземная мортмасса, сюда входят опад, ветошь и сухостой.

При изучении подземной фитомассы выделяют живые подземные органы растений и мортмассу. К живой фитомассе относятся: живые корни и погребенные стволы кустарничков; живые корни, узлы кушения, корневища трав. В мортмассу входят: очес сфагновых мхов, торф, опад и др. мертвые части растений. Сфагновые мхи разбираются по видам и выделяются следующие фракции: головки (определяется их количество и вес), верхние 3 см, остальная зеленая часть и очес (часть мха не участвующая в процессе фотосинтеза).

Для определения динамики запасов этих фракций на ключевом участке закладывается пробная площадка (100 м<sup>2</sup>), на которой проводят геоботанические описания растительных сообществ. Фитомасса трав и кустарничков срезается над поверхностью мхов на квадратах размером 0,25 м<sup>2</sup>. Массу узлов кушения, корневищ и корней трав и кустарничков, расположенных ниже линии среза считают подземной. Отдельно учитывается масса мхов. На квадратах, где была срезана надземная фитомасса, отбирались монолиты величиной 1 дм<sup>2</sup> по слоям 10 см от поверхности головок мхов до глубины 30 см (рисунок 3). Отобранные пробы разбирались на фракции [23].



Рисунок 3 – Отбор проб

Фитомассу трав, кустарничков, кустарников которые располагаются выше линии среза и мхи разбирали по видам и каждый вид на соответствующие фракции. Результаты проделанной работы приведены в таблицах (Приложение А). В монолитах отделялись фотосинтезирующие части мхов, их мёртвые части, очёс и торф, так же выделялись такие фракции как: погребенные стволы

кустарничков, корни кустарничков и трав, и другие живые и мертвые части растений [18].

### 3.2.1 Метод определения запасов надземной фитомассы

Разделение на фракции фитомассы и мортмассы проводилось в свежих (не высушенных) пробах, которые затем высушивались при 60 °С и взвешивались. Нами были выделены фотосинтезирующая фитомасса: зеленые части трав, мхов (апикальные верхушки, как отдельная фракция), живые листья кустарников и кустарничков (по видам) и по возрасту (листья разных лет) и нефотосинтезирующая часть: многолетние части кустарников и кустарничков (побеги текущего года и стволики), подземные органы (корни кустарничков, трав, осок и пушиц, бесхлорофильные стебли, узлы кушения, корневища) фракции фитомассы. Во фракцию мортмассы были отнесены: ветошь (мертвое растительное вещество, связанное с растением у цветковых), подстилка (мертвое растительное вещество не связанное с растением у цветковых и вертикально расположенное, связанное с растением у мхов), мертвые корни трав и кустарничков. Общая мортмасса объединяет полуразложившиеся остатки высших растений, мертвые желтые сфагновые мхи, связанные с живым растением и разложившиеся в разной степени, коричневые сфагновые мхи, не связанные с живым растением, уплотненные, лежащие горизонтально и торф. Собственные материалы исследований были обработаны нами с использованием методов математической статистики, что позволило оценить величину запасов фитомассы и мортмассы и выявить характер их динамики.

В течение сезона, каждый месяц мы отбирали пробы, в займище и мочажине по три, в ряме четыре пробы. При подсчетах запаса надземной фитомассы растений мы используем среднее значение из нескольких отобранных проб конкретной экосистемы. У листопадных кустарничков запас оценивается как сумма массы зеленых листьев и массы побегов [18].

Запас сфагновых мхов определяется как сумма всех живых фракций. Очень часто исследователи болотных экосистем определяют продуктивность сфагновых

мхов, которая представляет собой произведение плотности (количество стеблей мха в  $1 \text{ дм}^2$ ) на массу годового линейного прироста. Для определения линейного прироста сфагнового мха использовался метод «индивидуальных меток», который заключается в том, что стебель растения окольцовывается под головкой мха кольцом из тонкой проволоки. На другой конец проволоки, расположенный на расстоянии 5-10 см от растения, прикрепляется бирка из алюминиевой фольги с номером. Колечко из проволоки свободно лежит на веточках, не травмируя стебель. В каждой ассоциации окольцовывается 70-100 растений. Отбор окольцованных растений проводится через год. У каждого экземпляра измеряется расстояние от отметки под головкой растения до кольца, которое фиксирует положение головки мха в момент постановки опыта. Приросшая часть стебля отрезается, высушивается до абсолютно сухого веса и взвешивается. Полученный вес соответствует годичному приросту одного растения. Каждый помеченный экземпляр отбирается в моновидовом сообществе с площадки размером  $1 \text{ дм}^2$ .

На этих же площадках определялось количество стеблей или плотность. Продукция каждого вида сфагновых мхов равняется произведению среднего прироста одного растения на количество растений на единице площади. Среднее из суммы приростов разных видов мхов из рода *Sphagnum* на единице площади является годичной продукцией мхов экосистемы [23].

В последнее время используется и другой метод наблюдения за приростом сфагновых мхов (рисунок 4).



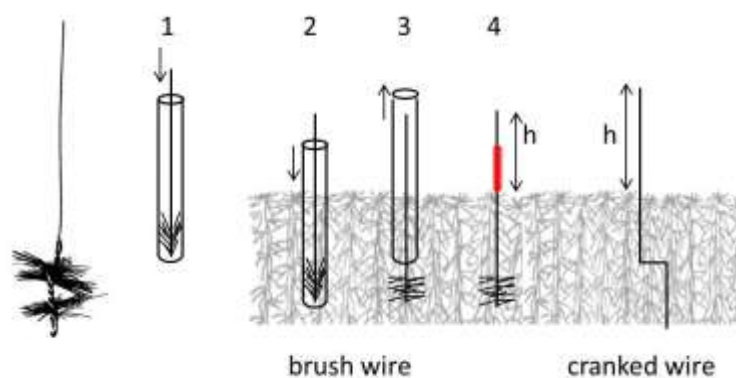


Рисунок 4 – Схема постановки опыта по измерению прироста сфагновых мхов методом «ершиков»

В первую очередь выбираются стационарные площадки, на которых устанавливается несколько «ершиков», по которым потом с помощью линейки можно измерить прирост мхов, не нарушая при этом целостности кочки. Что позволяет вести в данных точках многолетние статистические наблюдения практически без погрешности в измерениях (рисунок 4, 5).



Рисунок 5 – Измерение линейного прироста сфагновых мхов по ершикам  
Для сообщества в целом общий запас надземной фитомассы представляет собой (1):

$$B_{\text{раст.н.}} = \Phi_{\text{лк}} + \Phi_{\text{поб.}} + \Phi_{\text{т}} + M, \quad (1)$$

где  $B_{\text{раст.н.}}$  – общий запас надземной биомассы растений;

$\Phi_{\text{лк}}$  – фитомасса листьев кустарничков;

$\Phi_{\text{поб.}}$  – масса живых побегов кустарничков;

$\Phi_T$  – фитомасса трав;

$M$  – мотмасса, сумма таких фракций как: ветошь, опад и подстилка.

### 3.2.2 Метод определения запасов подземной фитомассы

Метод определения подземного запаса фитомассы разработан и основан на выделении фракций корневищ, узлов кушения трав и корней трав и кустарничков, а также многолетних погребенных стволиков кустарничков. Узлы кушения делятся на две группы: молодые (выросшие в текущем году) и старые. От молодых узлов кушения отрастают молодые корни, более светлые и граничащие непосредственно со стеблями. Корневища также делятся на молодые и старые. Выросшие в данном году корневища светлее старых и заканчиваются зелеными вегетативными побегами.

Корни делятся на возрастные группы, которые отличаются по морфологическим признакам: окраске, толщине, степени развития боковых корней, их расположению на подземном побеге и корней первого порядка. Корни злаков и осок разбираются на четыре группы, которые хорошо различаются визуально. Первая группа корней нарастает ранней весной. Они малочисленны, не имеют корней второго и третьего порядка и связаны с узлами молодых побегов текущего года. У рода *Carex* они имеют наибольшую толщину и светлую окраску, что связано с наличием живой ринодермы с живыми волосками и живой первичной корой. Корни рода *Eriophorum* отличаются светлой розоватой или сиреневатой окраской.

Корни – светлые, ветвистые, придаточные, имеют светло-желтую окраску. Они приурочены к основаниям побегов, которые появились осенью прошедшего года и стали генеративными нынешним летом. Эти корни имеют длину 20-40 см., среди них корни осок отличаются значительным числом светлых придаточных корней второго и третьего порядка.

Корни – темные, ветвистые, придаточные связаны с отмершими участками генеративных побегов. Это жесткие корни, лишённые растущих апикальных

частей и боковых корней, от которых остаются лишь рубцы. Они выполняют проводящую функцию и входят во фракцию живых корней.

Мертвые подземные органы: корни, корневища и узлы кущения. Корни – не ветвистые, темные, частично разложившиеся, потерявшие при деструкции корни второго и третьего порядка. Входящие в эту группу корни могли отмереть как в прошлом году, так и несколько лет тому назад. Они обычно не связаны с живыми частями растений, отдельные связанные корни легко отделяются от живых частей и на изломе имеют темно-серый цвет.

Корни кустарничков и кустарников – тонкие корни текущего года с диаметром 0,1-1 мм, отрастающие от погруженных в мох стволиков или являющиеся последним порядком корней. Тонкие корни отличаются по окраске (цвет от светло-розового до светло-коричневого), и по эластичности – они гибкие и нежные. Самые тонкие корни этой фракции пронизывают верхний слой мха, локализуясь вдоль его стволиков. Продолжительность жизни тонких корней – от нескольких дней до нескольких месяцев. В жаркое летнее время они могут отмереть, а в конце сезона отрасти вновь. Масса корней кустарничков входит в запас подземной фитомассы.

Итак, запас подземной фитомассы определяется по формуле (2), как сумма масс узлов кущения, корневищ и корней, выросших в течение данного сезона, и равняется:

$$B_{\text{раст.п.}} = \Phi_{\text{ук}} + \Phi_{\text{поб.}} + \Phi_{\text{кт}} + \Phi_{\text{кк}}, \quad (2)$$

где  $B_{\text{раст.п.}}$  – запас подземной биомассы;

$\Phi_{\text{ук}}$  - масса узлов кущения и корневищ;

$\Phi_{\text{поб.}}$  - масса погребенных побегов кустарничков;

$\Phi_{\text{кт}}$  – живые корни трав;

$\Phi_{\text{кк}}$  - корни кустарничков и кустарников;

$M$  - мортмасса, это сумма таких фракций как: ветошь, опад и др. мертвых частей растений.

Определение запасов биомассы мхов, рассчитывается обычно отдельно. Потому, что их трудно отнести к подземной фитомассе, также как и к запасам надземной фитомассы. При отборе проб поверхность мохового покрова условно принимается за ноль (выше находится надземная фитомасса, ниже – подземная), в то же время у мхов есть фотосинтезирующая часть, что частично выделяет их из подземной фитомассы. И рассчитывается по формуле (3):

$$B_M = \Phi_r + \Phi_z + M, \quad (3)$$

где  $B_M$  – общий запас биомассы мхов;

$\Phi_r$  – масса головок мхов;

$\Phi_z$  – масса зеленых частей мхов;

$M$  – запас мортмассы мхов.

Общий запас биомассы определяется по формуле (4):

$$B_{\text{общ}} = B_{\text{раст.н.}} + B_{\text{раст.п.}} + B_{\text{мхов}}, \quad (4)$$

где  $B_{\text{общ}}$  – общий запас биомассы растений;

$B_{\text{раст.н.}}$  – общий запас надземной биомассы растений;

$B_{\text{раст.п.}}$  – запас подземной биомассы растений;

$B_{\text{мхов}}$  – запас биомассы мхов.

#### 4 АНАЛИЗ ДАННЫХ ПОЛУЧЕННЫХ В ХОДЕ ИССЛЕДОВАНИЯ «НИКОЛАЕВСКОГО РЯМА» НСО ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Исследования «Николаевского ряма» проводились в рамках международной программы «The Global Sphagnum Production Project» («Глобальная продукция сфагновых мхов»). За летний сезон 2015 года (с мая по сентябрь), сотрудниками лаборатории биогеоценологии ИПА СО РАН, были сделаны геоботанические описания и проведен отбор проб надземной фитомассы один раз в месяц в течение всего теплого периода года в основных болотных экосистемах Николаевского ряма (займище, рям, мезотрофная топь). Определены количественные запасы надземной фитомассы и мортмассы болотных экосистем лесостепи Западной Сибири.

##### 4.1 Запасы надземной фитомассы в болотных экосистемах лесостепной зоны Западной Сибири

Результаты нашего исследования показали, что живая фитомасса экосистем болотного комплекса распределяется очень неравномерно и формируется различными растительными сообществами (рисунок 6).

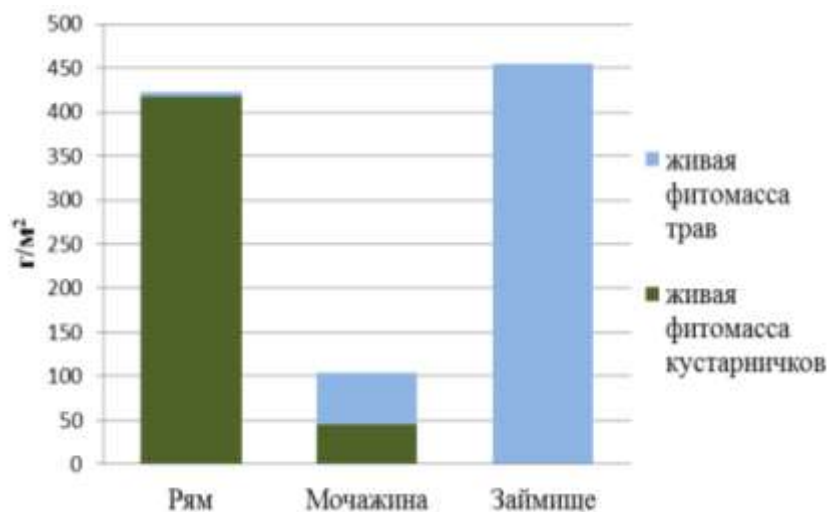


Рисунок 6 – Соотношение живой фитомассы кустарничков и трав в разных болотных экосистемах, 2015 год

На графике очень хорошо видно, что в ряме запас живой фитомассы образуют кустарнички ( $418 \text{ г/м}^2$ ), фракция трав имеет незначительный вклад. Запасы фитомассы многолетних вечнозеленых кустарничков формируются двумя видами. В зависимости от вида происходит распределением по фракциям следующим образом: общий запас фитомассы вида *Ledum palustre* составляет  $199,3 \text{ г/м}^2$  массы, из которой 20 % - прирост текущего года, 32 % - прирост прошлого года, 48 % - масса многолетних побегов. Вид *Chamaedaphne calyculata* не превышает  $156,2 \text{ г/м}^2$  (12 % - прирост т.г., 29 % - прирост пр.г., 59 % - многолетние побеги). Вклад остальных видов кустарничков составляют лишь 15% от общего запаса фитомассы ряма, из которых *Andromeda polifolia* -  $33,6 \text{ г/м}^2$ , *Vaccinium vitis-idaea* –  $23,6 \text{ г/м}^2$ , *Oxycoccus microcarpus* –  $4,96 \text{ г/м}^2$ .

В экосистеме займища, в отличие от ряма, кустарнички отсутствуют, а в общий запас фитомассы ( $497 \text{ г/м}^2$ ) основной вклад вносят злаки ( $234 \text{ г/м}^2$ ) и осоки ( $253 \text{ г/м}^2$ ), на разнотравье приходится  $10,1 \text{ г/м}^2$ .

Мезотрофная мочажина представляет собой переходную зону, где примерно в равных количествах встречаются и кустарнички ( $45,4 \text{ г/м}^2$ ) и травы ( $58,9 \text{ г/м}^2$ ). Мочажина имеет наименьший запас фитомассы  $104,3 \text{ г/м}^2$  по сравнению с другими экосистемами данного болотного комплекса, максимальные запасы фитомассы  $497 \text{ г/м}^2$ , наблюдаются в экосистеме займища.

Следует отметить, что максимальный запас мортмассы в надземных пробах достигается на займище ( $1215 \text{ г/м}^2$ ), т.к. его формируют высокопродуктивные виды осок и злаков (рисунок 7).

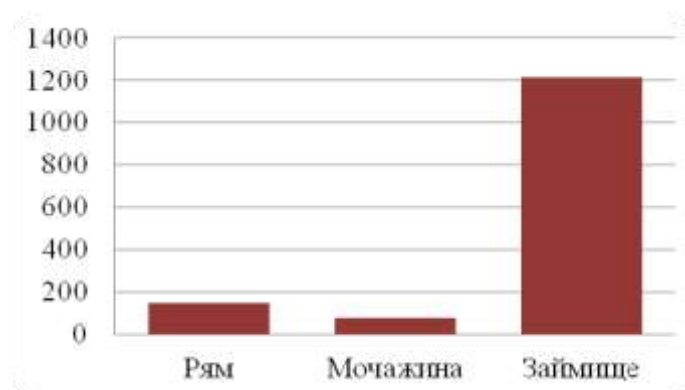


Рисунок 7 – Запасы мортмассы ( $\text{г/м}^2$ ) в разных болотных экосистемах, 2015

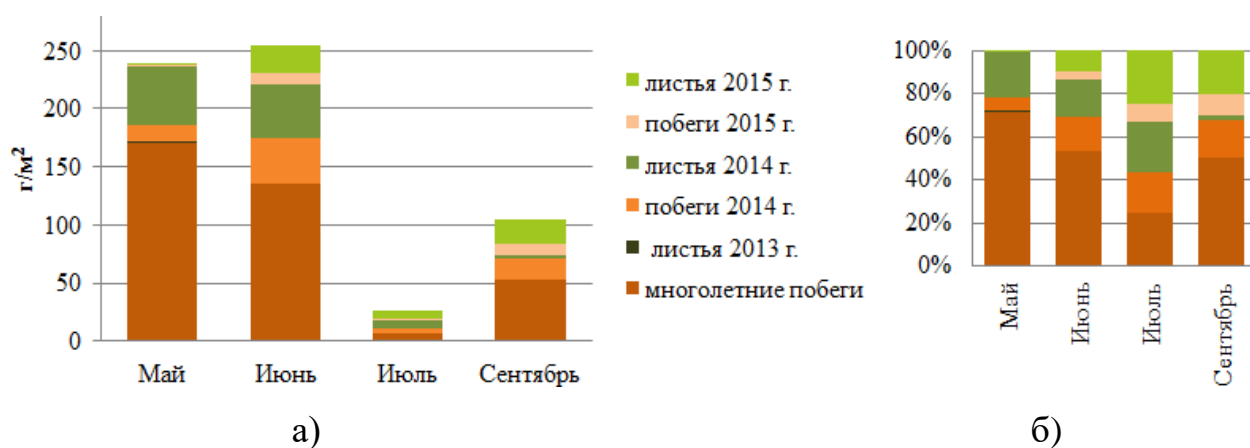
Запас мортмассы ряма более чем в 6 раз меньше и составляет всего  $147 \text{ г/м}^2$ . В мочажине мортмасса почти полностью разлагается, поэтому ее запас составляет всего  $80 \text{ г/м}^2$ . Соотношение живой фитомассы и мортмассы в мезотрофной мочажине  $104,3 \text{ г/м}^2$  и  $80 \text{ г/м}^2$  соответственно. Среди кустарничков здесь доминирует *Oxycoccus palustris*, осоки (*Carex rostrata*, *Carex lasiocarpa*), пушица *Eriophorum vaginatum*, у кромки водоема *Menyanthes trifoliata* и *Comarum palustre*. В условиях переувлажнения и бедного питания растения не дают большого прироста, а отмершие части растений быстро разлагаются. В экосистеме ряма запасы живой фитомассы ( $422,7 \text{ г/м}^2$ ) превышают в 3 раза запасы мортмассы ( $147,2 \text{ г/м}^2$ ).

Таким образом, все рассмотренные экосистемы данного болотного комплекса сильно отличаются по видовому разнообразию, по составу растительности и по распределению надземной фитомассы на единицу площади. В экосистеме ряма запасы надземного растительного вещества составляют  $569,9 \text{ г/м}^2$ , в мезотрофной топи уменьшаются до минимальной величины -  $184,3 \text{ г/м}^2$ , а в экосистеме займища достигают максимума -  $1670 \text{ г/м}^2$ . В экосистеме ряма запасы живой фитомассы превышают в 3 раза запасы мортмассы, т.к. здесь доминируют кустарнички, которые являются многолетними вечнозелеными растениями. Соотношение живой фитомассы и мортмассы в мочажине составляет  $104,3 \text{ г/м}^2$  и  $80 \text{ г/м}^2$  соответственно. Займище является наиболее продуктивной экосистемой комплекса, запасы надземного растительного вещества составляют  $455,4 \text{ г/м}^2$  живой фитомассы и  $1214,6 \text{ г/м}^2$  мортмассы, благодаря высокопродуктивным видам осок и злаков.

#### 4.2 Динамика запасов надземной фитомассы в течение вегетационного периода 2015 года в разных экосистемах ряма

Природа представляет собой очень сложный комплекс связанных между собой факторов. Все жизненные формы абсолютно разные. Каждый вид имеет свой жизненный цикл, особенности существования и развития. Рям покрыт

вечнозелеными кустарничками, но их проективное покрытие весьма не равномерно. Случайная выборка не даст нам результатов дающих схожесть результатов из месяца в месяц, так как вы не найдете двух одинаковых кустов. Поэтому, наблюдая за экосистемами «Николаевского» ряма в течение всего теплого периода года, мы получили данные, которые представлены в виде гистограмм, для более наглядного отражения динамики накопления запаса фитомассы различными фракциями растений представлен в процентном отношении к общей массе растений данного вида ( $\text{г}/\text{м}^2$ ). Доминантами в кустарничковом ярусе ряма являются два вида: *Chamaedaphne calyculata* (рисунок 8) и *Ledum palustre* (рисунок 9).



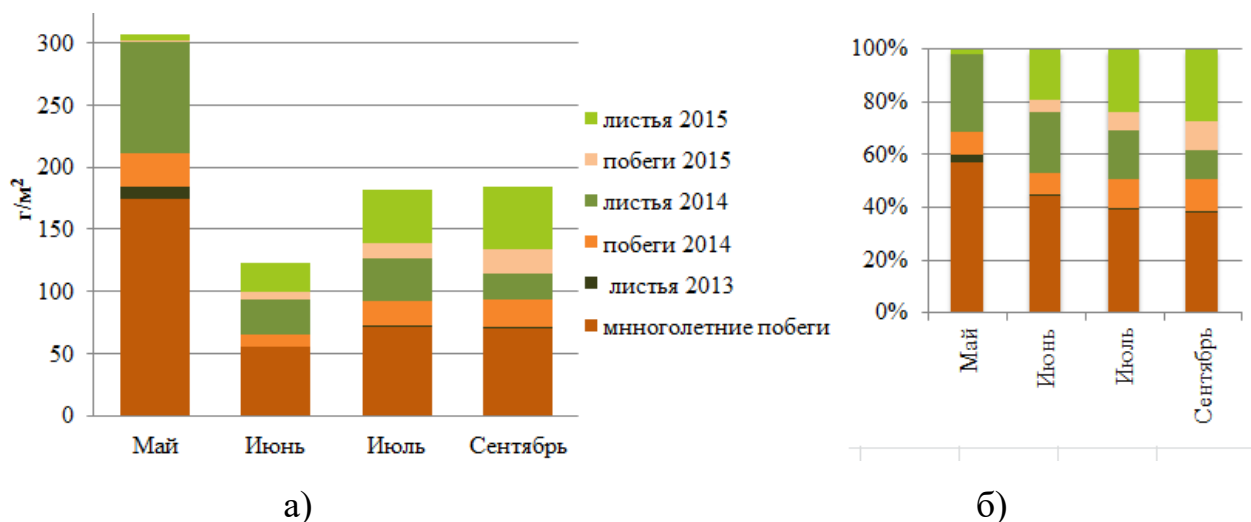
а – запасы фитомассы в  $\text{г}/\text{м}^2$ , б – процентное соотношение запасов фитомассы фракций к общему запасу

Рисунок 8 – Динамика запасов разных фракций кустарничка *Chamaedaphne calyculata*, Николаевский рям 2015 год

На гистограмме хорошо видна динамика прироста текущего года. В мае у *Chamaedaphne calyculata* только появляются первые листья и побеги (по фактическим данным запас которых составляет  $1,49 \text{ г}/\text{м}^2$ ), в июле прирост достигает максимума ( $8,68 \text{ г}/\text{м}^2$ ), к сентябрю рост растения замедляется (запас фитомассы составляет  $31,43 \text{ г}/\text{м}^2$ ). При этом запас листьев прошлого года с мая по июль не меняется, а к сентябрю резко уменьшается, листья темнеют и опадают. Как мы видим, листья 2013 года присутствуют только в майских пробах и в небольшом количестве ( $0,45 \text{ г}/\text{м}^2$ ), и те вскоре опадают. Большую часть растения составляют многолетние побеги, например, в мае их масса этой фракции



составила 170,86 г/м<sup>2</sup> (71 % общей массы), в последующие месяцы их становится меньше, т.к. какая-то часть многолетних побегов переходит в мортмассу (в качестве сухостоя). Ещё часть скрывается сфагновыми мхами, прирастающими в среднем на 2-3 см в год.

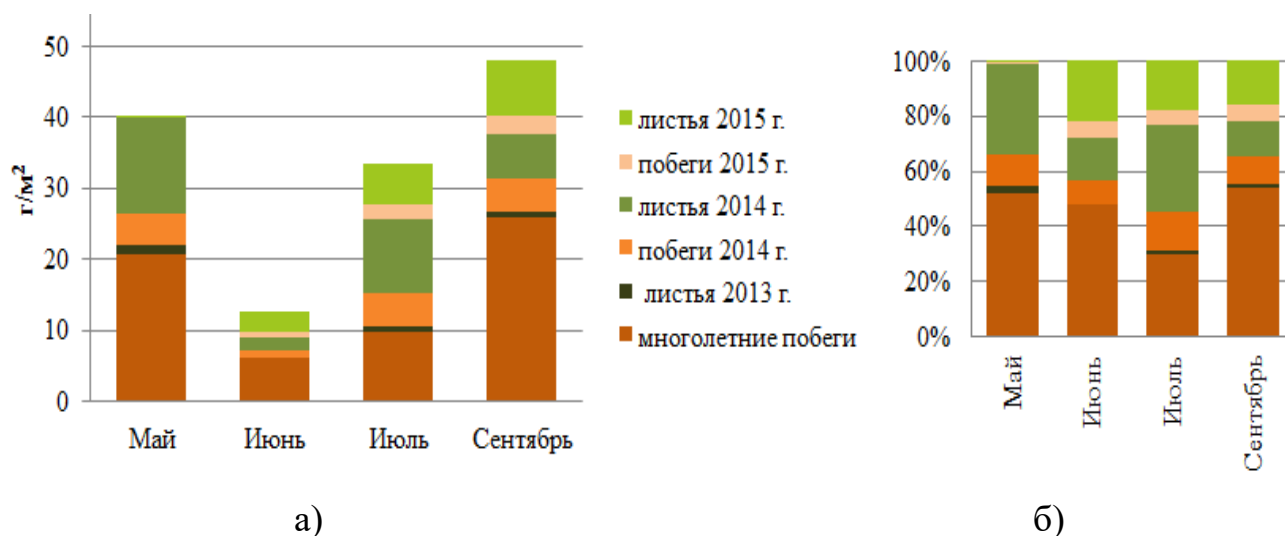


а – запасы фитомассы в г/м<sup>2</sup>, б – процентное соотношение запасов фитомассы фракций к общему запасу

Рисунок 9 – Динамика запасов разных фракций кустарничка *Ledum palustre*, Николаевский ям 2015 год

В мае, *Ledum palustre*, начинает расти активнее, чем *Chamaedaphne calyculata*, его прирост текущего года составляет 5,86 г/м<sup>2</sup>. Основная масса листьев и побегов текущего года нарастает постепенно в течение всего вегетационного периода (в июне его запас фитомассы 2015 года составляет 29,16 г/м<sup>2</sup>, в июле 55,44 г/м<sup>2</sup>, в сентябре 70,30 г/м<sup>2</sup>). При этом более 50 % листьев прошлого года не опадают, и листья 2013 года присутствуют в небольшом количестве в течение всего года; в то время как у *Chamaedaphne calyculata* прошлогодние листья опадают почти полностью, а многолетние листья отсутствуют. С многолетними побегами происходят те же процессы, что и у предыдущего вида.

Остальные виды по среднегодовым значениям составляют лишь 15 % от общего запаса фитомассы яма, из которых *Andromeda polifolia* - 33,6 г/м<sup>2</sup> (рисунок 10), *Vaccinium vitis-idaea* – 23,6 г/м<sup>2</sup> (рис.11), *Oxycoccus microcarpus* – 4,96 г/м<sup>2</sup>.

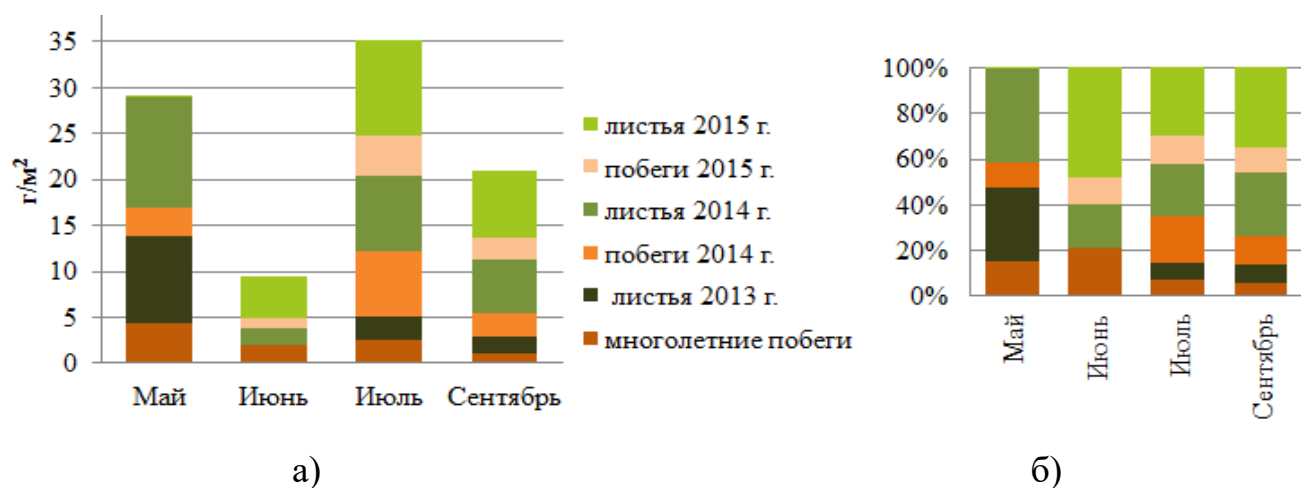


а – запасы фитомассы в  $g/m^2$ , б – процентное соотношение запасов фитомассы фракций к общему запасу

Рисунок 10 – Динамика запасов разных фракций кустарничка *Andromeda polifolia*, Николаевский рям 2015 год

Данный вид кустарничка постепенно прирастает в течение всего теплого периода года. Внешний вид кустарничка представляет собой небольшой побег с короткими ответвлениями, и чаще всего, плотно свернутыми листьями, что является признаком недостаточной увлажненности. Листья крепко держатся на побегах и способны долгое время не опадать, на гистограмме видно, что листья прошлого и позапрошлого годов встречаются в пробах в течение всего лета.

Ещё один вид кустарничка - *Vaccinium vitis-idaea* (рисунок 11). Встречается в Николаевском ряме редко, плодоносит мало.



а – запасы фитомассы в  $g/m^2$ , б – процентное соотношение запасов фитомассы фракций к общему запасу

Рисунок 11 – Динамика запасов разных фракций кустарничка *Vaccinium vitis-idaea*, Николаевский рям 2015 год

Листья способны не один год сохранять способность к фотосинтезу, как и побеги, которые остаются зелеными, а темнеют, только если растение начинает по каким-либо причинам погибать. Зеленая фитомасса текущего года прирастает постепенно в течение всего теплого периода года. Многолетние побеги составляют менее 20 % от общей фитомассы кустарничка, и с мая по сентябрь их объем уменьшается, части кустарничка постепенно скрываются сфагновыми мхами.

Полученные данные по *Oxycoccus microcarpus* не репрезентативны для определения динамики, в июне этот вид не встретился ни в одной пробе, а в сентябре в пробу попали только побеги прошлого года и многолетние. В ряме клюква встречается редко, все-таки она влаголюбивое растение, и верховое болото в условиях лесостепи, где испаряемость почти в два раза превышает осадки, не лучшее место для её произрастания.

В экосистеме «Николаевского» ряма присутствует представитель травяного яруса *Rubus chamaemorus* (морозка), и динамика этого вида хорошо прослеживается (рисунок 12).

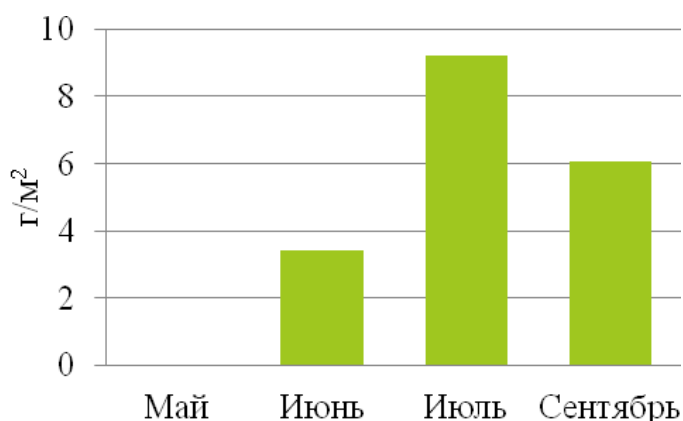


Рисунок 12 – Динамика запасов фитомассы *Rubus chamaemorus*, Николаевский ям 2015 год

На гистограмме видно, что активный прирост растения начинается только в июне и составляет  $3,44 \text{ г/м}^2$  за месяц, максимума прирост достигает в июле  $9,23 \text{ г/м}^2$ . К сентябрю морошка начинает увядать и часть листьев темнеет и опадает, запас фитомассы равен  $6,06 \text{ г/м}^2$ .

Вместе эти виды составляют общий запас фитомассы «Николаевского» яма (рисунок 13).

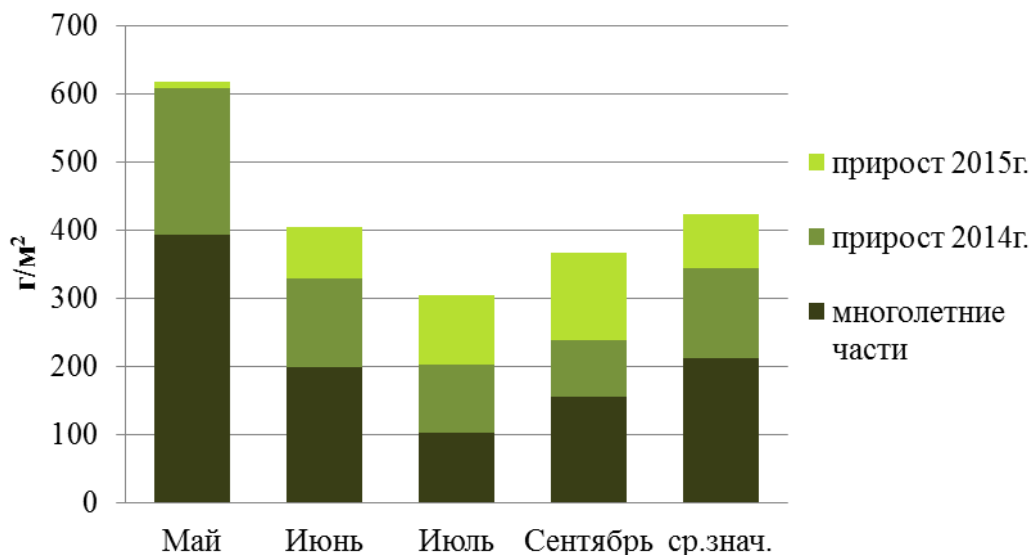


Рисунок 13 – Изменения накопления запаса фитомассы, наблюдаемые в течение теплого периода 2015 год

На гистограмме видно, что в каждом месяце общий запас живой фитомассы отличается. В мае он, например, составляет  $617 \text{ г/м}^2$  из которых всего 1,5 % составляет прирост 2015 года (листья и побеги), прирост 2014 года - 35 %, а многолетние части растений - 63,5 %. В июне запас фитомассы составляет 403

г/м<sup>2</sup>, что на 1/3 меньше чем в мае. Тут свою роль играют доминирующие кустарнички *Ledum palustre* и *Chamaedaphne calyculata*, как уже отмечалось ранее: часть многолетних побегов переходит в мортмассу (в качестве сухостоя). А также меняется соотношение разных фракций: прирост текущего года составляет 18,6 %, прошлого года 32 %, многолетние части 49,4 %. Июль – самый жаркий месяц в году, общий запас живой фитомассы и составляет 303 г/м<sup>2</sup> (ещё на четверть меньше чем в июне). Прирост текущего года составляет 33,4 %, прошлого года 33,1 %, многолетние части 35,5 %. Если посмотреть на показатели сентября, то мы видим, что общий запас фитомассы больше чем в июле и составляет 367 г/м<sup>2</sup>. При этом многолетние части имеют больший объем, скорей всего, пробы были взяты на участках с чуть более молодой порослью. В сентябре прирост текущего года составил 35,2 %, прошлого года 22,8 %, многолетние части 42 %.

В течение вегетационного сезона запасы надземной фитомассы изменяются от 617 г/м<sup>2</sup> до 367 г/м<sup>2</sup>, максимальные значения приходятся на весенний период. В течение сезона происходит снижение запасов многолетних частей и увеличение запасов фитомассы текущего года. К концу сезона наблюдается максимальные значения запасов фитомассы текущего года с 8,9 г/м<sup>2</sup> до 129,4 г/м<sup>2</sup>, и в сентябре запас фитомассы текущего года составляет около 35 % от общего запаса фитомассы рьяма.

#### 4.3 Динамика запасов подземной фитомассы в течение вегетационного периода 2015 года в разных экосистемах рьяма

В большинстве случаев при исследованиях продуктивности болотных экосистем большое внимание уделяется изучению надземного яруса растительных сообществ. И, на самом деле это понятно, так как разбор проб надземной фитомассы менее трудоемок, и соответственно результат можно получить в более короткие сроки. Не представляется возможным ускорить процесс обработки проб подземной фитомассы. Поэтому продуктивность

подземной фитомассы остается менее изученной, особенно в динамике. Но почти год упорной работы дал нам некоторые результаты, которые будут представлены в данной работе. Нами было проведено исследование запасов подземной фитомассы для горизонта глубиной 30 см в разных экосистемах Николаевского рьяма лесостепной зоны.

Общий запас фитомассы состоит из следующих фракций: живая фитомасса и мортмасса растений данной экосистемы. Видовой состав растений в разных экосистемах Николаевского болотного комплекса сильно отличается, естественно и подземная живая фитомасса формируется в каждой экосистеме сильно отличается (рисунок 14).

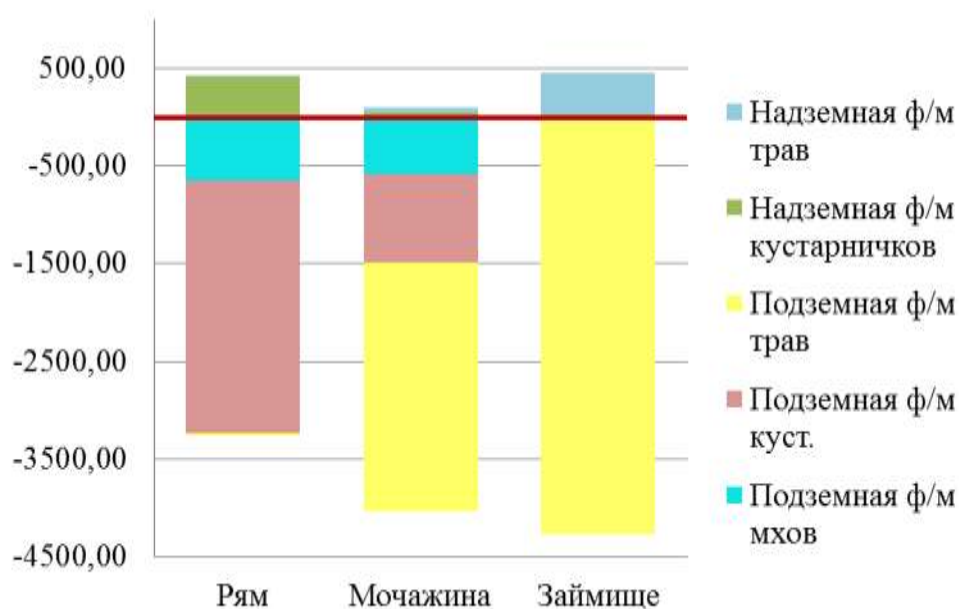


Рисунок 14 – Распределение запасов живого вещества надземной и подземной фитомассы, Николаевский рям 2015 год

В среднем общий запас фитомассы (надземной и подземной) в разных экосистемах рьяма не сильно отличается. Запас живой фитомассы мочажины составляет  $4133 \text{ г/м}^2$ , займища  $4032 \text{ г/м}^2$ , и только в ряме немного меньше  $3681 \text{ г/м}^2$ . На гистограмме хорошо видны различия экосистем. Так в ряме общий запас фитомассы сформирован в основном кустарничками и сфагновыми мхами, в займище запас формируется только травами. А вот в мочажине общий запас в

данном случае формируется кустарничками, травами и мхами, причем подземная фитомасса трав преобладает.

Если рассматривать динамику накопления запаса живого растительного вещества подробнее, то можно увидеть определенную закономерность, которая хорошо прослеживается для всех экосистем ряма (рисунок 15).

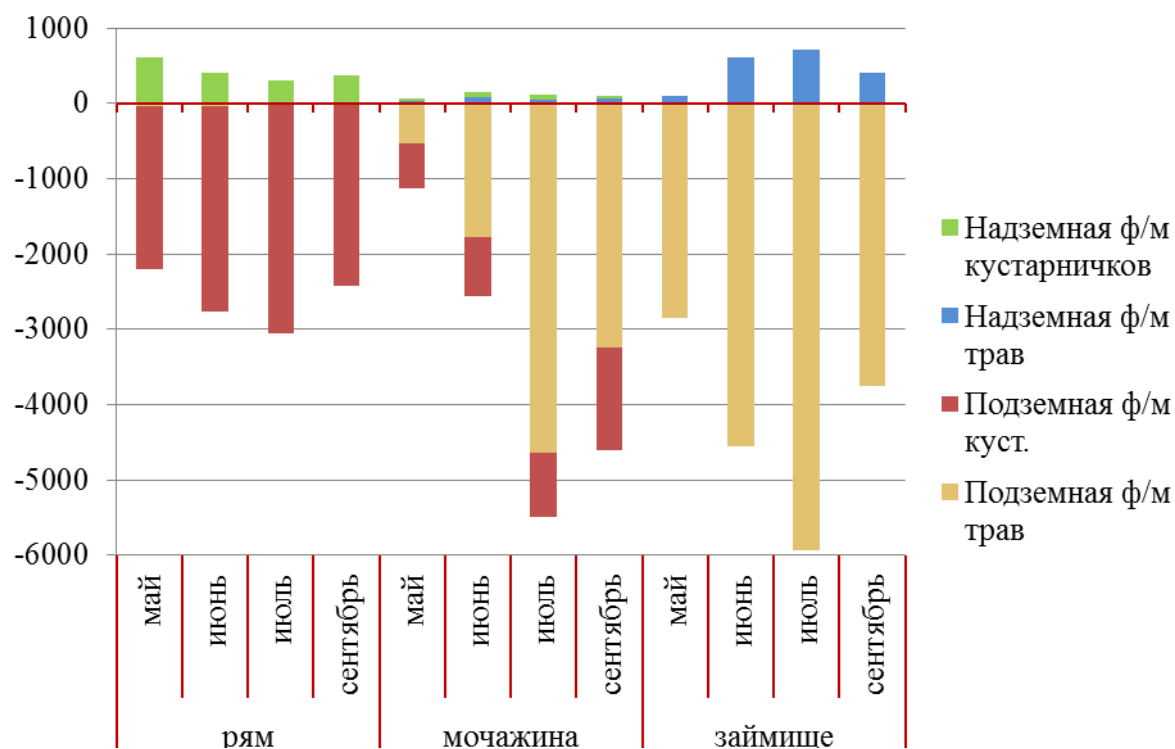


Рисунок 15 – Динамика запасов живой фитомассы кустарничков и трав в разных экосистемах ряма

На гистограмме хорошо видно, что запас подземной фитомассы растений постепенно увеличивается, начиная с мая, и в конце июля достигает максимума. В сентябре, показатели начинают снижаться. Подземную живую фитомассу кустарничков образуют погребенные стволы (1194 г/м<sup>2</sup> в ряме и 580 г/м<sup>2</sup> в мочажине) и корни растений 636 г/м<sup>2</sup> в ряме (63 % этой фракции составляют всасывающие корни), в мочажине запас живых корней кустарничков составляет 317 г/м<sup>2</sup> (99 % из которых всасывающие корни), в займище кустарнички не встречаются. Живую подземную фитомассу трав составляют корни, корневища, узлы кущения, а в мочажине встречаются ещё и нижние части стеблей. В ряме травы практически не растут, потому и их подземная фитомасса составляет менее 1 % от общего запаса. В мезотрофной мочажине запас подземной фитомассы трав

в среднем за год составляет  $2533 \text{ г/м}^2$  из которых 20 % это корни трав ( $450 \text{ г/м}^2$ ). И обратная тенденция наблюдается в займище, здесь корни трав составляют практически 83 % и лишь 17 % корневища и узлы кущения.

На гистограмме мы видим, что в займище накопление запаса живой надземной и подземной фитомассы происходит можно сказать в зеркальном отражении, т.е. начиная с мая запас постепенно увеличивается и достигает максимальных значений в июле. И все вполне закономерно и понятно, увеличивается зеленая часть и соответственно увеличивается и подземная фитомасса растения. В остальных же экосистемах, исходя из гистограммы, такой закономерности не наблюдается, т.к. здесь свои коррективы в формировании надземной фитомассы вносят сфагновые мхи, происходит зарастание надземных частей растений. Именно поэтому в мезотрофной мочажине, подземная фитомасса трав на 80 % состоит из корневищ, узлов кущения и нижних частей стеблей осок и трав.

В среднем запас биомассы мхов на глубине до 30 сантиметров в ряме составляет  $9734 \text{ г/м}^2$ , в мезотрофной мочажине немного отличается и составляет  $8258 \text{ г/м}^2$  (рисунок 16). При этом запас живой фитомассы мхов составляет всего 7 %, причем и в ряме и в мочажине одинаково.

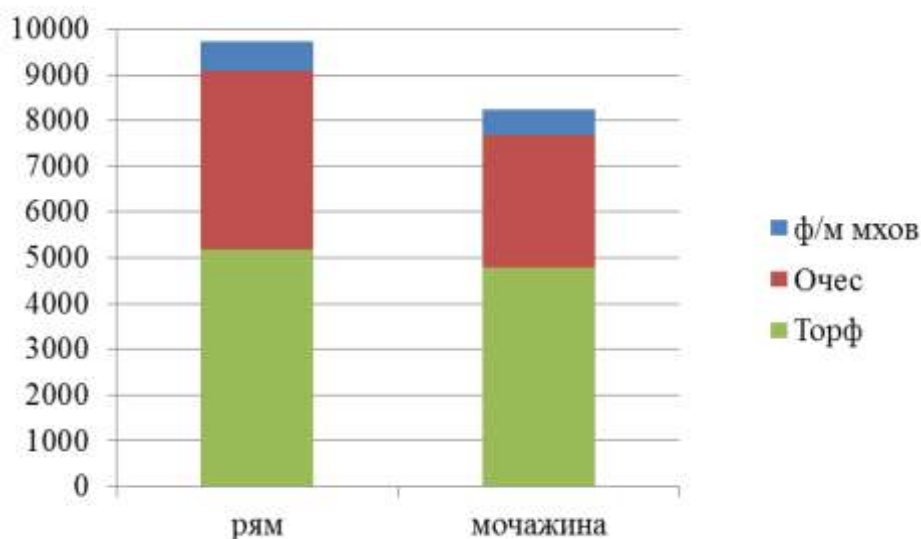


Рисунок 16 – Соотношение разных фракций в общем объеме запаса биомассы мхов, Николаевский рям 2015 год



Мхи являются основными торфообразователями. Мёртвые части мхов составляет 99% запаса мортмассы в ряме равного  $9146 \text{ г/м}^2$ , и только 1 % приходится на отмершие части кустарничков и трав (рисунок 17).

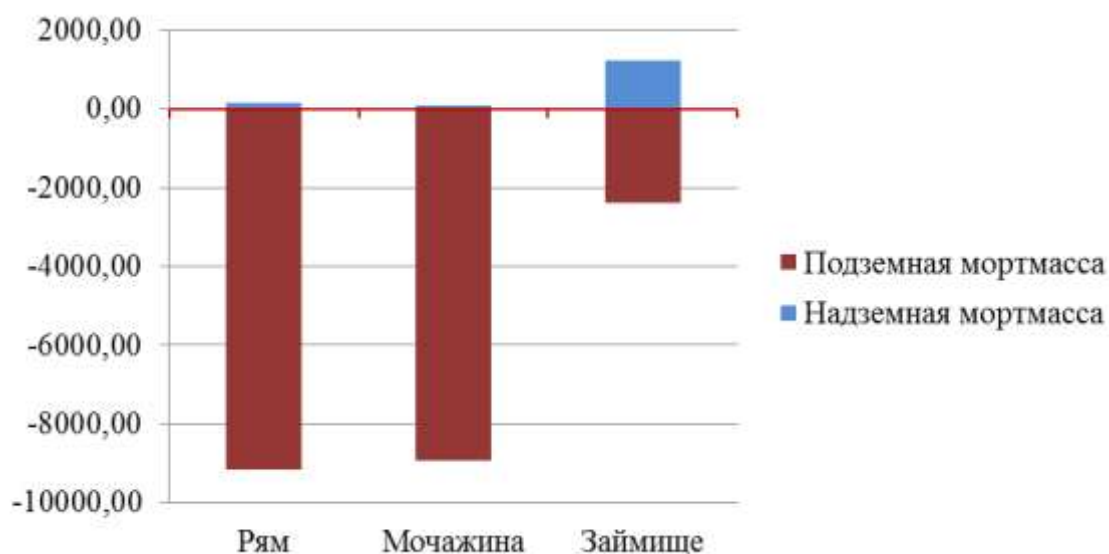


Рисунок 17 – Запасы надземной и подземной мортмассы в основных экосистемах Николаевского рьяма, 2015 год

В мочажине процент мортмассы мхов немного меньше и составляет 83 % от общего запаса мортмассы ( $8933 \text{ г/м}^2$ ), здесь свой вклад вносят травы. В займище запас мортмассы не большой, всего  $2383 \text{ г/м}^2$ ). Основным поставщиком мертвого органического вещества в данной экосистеме являются травы, в сложившихся условиях достаточной увлажненности и хорошей аэрации отмирающие части растений быстро разлагаются и минерализуются.

Таким образом, структура и процессы формирования запасов живой надземной и подземной фитомассы растений в основных экосистемах рьяма различны и зависят в основном от видов, формирующих данную экосистему.

Постепенное увеличение запасов всего живого вещества (надземная и подземная фитомасса) происходит с мая (в ряме -  $3421 \text{ г/м}^2$ , в мочажине -  $1754,5 \text{ г/м}^2$ , займище -  $2938 \text{ г/м}^2$ ) по июль, и в конце июля наблюдается максимальный запас (рям -  $4505 \text{ г/м}^2$ , мочажина -  $6512 \text{ г/м}^2$ , займище -  $6645 \text{ г/м}^2$ ), а в сентябре запасы живой фитомассы уменьшается (в ряме - до  $3206 \text{ г/м}^2$ , в мочажине - до  $5268 \text{ г/м}^2$ , в займище - до  $4162 \text{ г/м}^2$ ).

Мхи являются основными торфообразователями. Средний запас биомассы мхов в горизонте до 30 сантиметров в ряме составляет  $9734 \text{ г/м}^2$ , в мезотрофной мочажине составляет  $8258 \text{ г/м}^2$ . При этом зеленые части мхов составляют всего 7% от общего запаса биомассы мхов, причем и в ряме и в мочажине одинаково.

Так, наибольший общий запас биомассы, наблюдается в ряме  $12974 \text{ г/м}^2$  и в мочажине  $13146 \text{ г/м}^2$ . Несмотря на то, что надземная фитомасса займища является наиболее продуктивной, все же по общему запасов биомассы займище уступает экосистемам ряма и займища из-за высокой скорости разложения и минерализации органического вещества, и его запас составляет  $8324 \text{ г/м}^2$ .

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проблема экологического состояния верховых болот лесостепной зоны заслуживает самого пристального внимания из-за возросшей антропогенной нагрузки и климатических изменений. Можно предположить, что в условиях наметившегося климатического тренда динамика экологического состояния редких реликтовых комплексов будет связана с изменениями видового состава растительных сообществ и трансформацией торфяной залежи. Поэтому, наряду с основными мероприятиями по охране памятников природы, необходим постоянный мониторинг верховых сфагновых болот (рямов) лесостепной зоны.

«Николаевский рям» в этом смысле является наименее нарушенным, поэтому данные полученные в ходе исследований данного болотного комплекса очень важны. Например, в качестве эталона, при сравнении с болотными комплексами лесостепной зоны более нарушенными или подверженными антропогенному воздействию для оценки степени нарушенности и изменения видового состава экосистем.

Нами были определены, структура, особенности и отличия формирования запасов надземной и подземной фитомассы растений, дана общая оценка запасам биомассы в основных экосистемах ряма. Несмотря на то, что займище, рям, и мезотрофная мочажина окаймляющая небольшое озеро в самом центре ряма различны и зависят в основном от видов, формирующих данную экосистему, вместе они представляют собой целостную систему (болотный комплекс), и все компоненты этой системы взаимосвязаны и взаимозависимы, поэтому им требуется охрана и наше бережное отношение.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андрешкина Н.И., Горчаковский П.Л. Продуктивность кустарничковых, кустарничковых и травяных сообществ лесотундры методика ее оценки // Экология, 1972. - № 3. – С. 5-12.
2. Базилевич Н. И. Биологическая продуктивность экосистем Северной Евразии. М.:Наука, 1993. – 295 с.
3. Базилевич Н.И. Продуктивность и биологический круговорот в моховых болотах Васюганья // Растительные ресурсы. – 1967. – Т.3. – Вып.4. – С. 567-588.
4. Валуцкий В.И. Сосново-кустарничково-сфагновые и сфагново (или бриево)-кустарничковые сообщества островных болотных массивов (рямов) в восточной части Барабы // Зеленая книга Сибири. Редкие и нуждающиеся в охране растительные сообщества. – Новосибирск: Наука, 1996. – С. 254-258.
5. Валуцкий В.И. Растительность лесостепных рямов в Восточной Барабе // Геоботаника. – Н.: Наука, 2011. – С. 109-119.
6. Vasiliev S.V., Bleuten W., Kosykh N.P., Naumov A.V. Carbon uptake in two northern bogs of West Siberia. // Boreal terrestrial ecosystems as carbon pools in the late Pleistocene and Holocene. – М., 2000. – P. 16-25.
7. Vasiliev S.V., Kosykh N.P., Mironycheva-Tokareva N.P., Naumov A.V., Bleuten W. Carbon balance in West Siberian mires //West Siberian Peatlands and carbon Cycle: Past and Present: Proceedings of the International Field Symposium 18-22august 2001. – Noyabrsk, 2001. – P. 143-146.
8. Васюганское болото. Природные условия, структура и функционирование.- Под ред. Инишевой Л.И.. – Томск: ЦНТИ, 2000. – С. - 136.
9. Васюганское болото. Природные условия, структура и функционирование.- Под ред. Инишевой Л.И.. – Томск: ЦНТИ, 2003. – С. - 212.
10. Гаврилова И.П. и др. Почвы Западно-Сибирской лесной и лесостепной областей // Кайнозойские отложения, почвы, мерзлотные и инженерно-геологические условия Западной Сибири. – М.: Изд-во МГУ, 1980. – С. 197-228.

11. Глазовская М.А. Принципы классификации природных геосистем по устойчивости к техногенезу и прогнозное ландшафтно-геохимическое районирование // Устойчивость геосистем. – М.: Наука, 1983. – С – 256.
12. Глебов Ф.З., Толейко Л.С. О биологической продуктивности болотных лесов, лесообразовательном и болотообразовательном процессах. // Бот. журн., 1975. – т. 60. - №9. – С. 1336-1347.
13. Глебов Ф.З. Взаимоотношение леса и болота в таежной зоне. Н.: Наука, 1998. С. -182.
14. Доктуровский В.С. Происхождение, природа и особенности болот СССР. // Торфяные болота – М.-Л.: ОНТИ НКТП СССР, 1935. – С. 217.
15. Ефремов С.П., Ефремова Т.Т., Мелентьева Н.В. Запасы углерода в экосистемах лесов и болот России. – Красноярск, 1994. – С- 216.
16. Кац Н.Я. Типы болот СССР и Западной Европы и их географическое распределение. – М.: Географгиз, 1948.- 320с.
17. Кац Н.Я. Болота земного шара. – М.: Наука, 1971. – 294 с.
18. Косых Н.П., Миронычева-Токарева Н.П., Паршина Е.К. Биологическая продуктивность болот лесотундры Западной Сибири // Вестник ТГПУ.– 2008а.– Вып. 4 (78). – Сер.: Биологические науки. – С. 53-57.
19. Косых Н.П., Миронычева-Токарева Н.П., Паршина Е.К. Элементный состав растительного вещества на болотах средней тайги Западной Сибири // Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата – Новосибирск. – 2008б. – Вып.1. – С. 160-167.
20. Kosykh N.P. Plant production in northern taiga bogs of West Siberia. // Boreal terrestrial ecosystems as carbon pools in the late Pleistocene and Holocene. – М., 2000. – Р. 37-44.
21. Косых Н.П. Биопродуктивность болотных экосистем и ее изменение в пространстве // Биологические ресурсы и устойчивое развитие: Тез. докл. Междунар. науч. конф. 29 октября-2 ноября 2001 г. – Москва, 2001. –С.
22. Косых Н.П. Динамика запасов фитомассы и продукция болот северной тайги// Торфяники Западной Сибири и цикл углерода: прошлое и настоящее:

Тез.докл.Междунар.полевого симпозиума18-22 августа 2001 г. – Ноябрьск, 2001. – С.94-96.

23.Косых Н.П., Миронычева-Токарева Н.П., Паршина Е.К. Фитомасса, продукция и разложение растительных остатков в олиготрофных болотах средней тайги Западной Сибири // Вестник ТГПУ. – 2009. – Вып. 3 (81). – Сер.: Биологические науки. – С. 63-70.

24.Clymo R.S. 1970. The growth of Sphagnum: methods of measurement // Journal of Ecology. Vol. 58. №1. PP. 13-50.

25.Лапшина Е.Д. Флора болот юго-востока Западной Сибири. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2003. – 296 с.

26.Лисс О.Л., Абрамова Л.И., Аветов Н.А. и др. Болотные системы Западной Сибири и их природоохранное значение// Тула: Гриф и К°, 2001. – 584 с.

27.Миронычева-Токарева Н.П. Динамика запасов и первичная продукция болот Южной тайги // Материалы международного полевого симпозиума. – Н.: ООО «Агенство Сибпринт», 2001. – С. – 250.

28.Молчанов А.А., Смирнов В.В. Методика изучения прироста древесных растений. – М., 1967. – 95с.

29.Нейштадт М.И. Мировой природный феномен – заболоченность Западно-Сибирской равнины // Известия АН СССР. – 1971. – №1. – С. 21-34.

30. Наумов А.В., Косых Н.П., Паршина Е.К., Артымук С.Ю. Верховые болота лесостепной зоны, их состояние и мониторинг.//Сибирский экологический журнал – 2009. - №2. – С. 251-259.

31.Никитина Е.В. Материалы к изучениюторфяников Западной Сибири. «Рямы» Барабинского округа по исследованиям 1926 г.// Известия Томск. отделение Русского ботанического общества, 1927. – Т.2, №1-2. – С. 7-16.

32.Орлова В.В. Климат СССР. – Вып.4. Западная Сибирь. – Л.: Гидрометеиздат, 1962. – 360 с.

33.Орлов А.Я. Метод определения массы корней в лесу и возможность учета годовичного прироста органической массы в толще лесной почвы. // Лесоведение. – 1967.- №1. – с.64-70.

- 34.Пьявченко Н.И. Некоторые итоги стационарного изучения взаимодействий леса и болота Западной Сибири // Взаимоотношения леса и болота. – М.: Наука, 1967. – С. 7-42.
- 35.Пьявченко Н.И. Биологический круговорот азота и зольных веществ в болотных лесах // Почвоведение. – 1960. – №6. – С. 21-23.
- 36.Пьявченко Н.И. Торфяные болота, их природное и хозяйственное значение. – М.: Наука, 1985. – 152 с.
- 37.Родин Л.Е., Базилевич Н.И. Динамика органического вещества и биологический круговорот зольных элементов и азота в основных типах растительности земного шара. – М.-Л.: Наука, 1965. – 253 с.
- 38.Ремезов Н. П. К методике изучения биологического круговорота элементов в лесу. - Почвоведение, 1959. – №1. – С. 71-79.
- 39.Ремезов Н.П. Ближайшие задачи изучения биологического круговорота и его роли в почвообразовании. // Вестник Московского университета, 1960. - № 3. – С.6-13.
- 40.Ремезов Н.П. Динамика взаимодействия широколиственного леса с почвой. //Проблемы почвоведения. – М., 1962. – Т.1. -С.101-147.
- 41.Солоневич Н.Г. К методике определения биологической продуктивности болотных растительных сообществ // Ботанический журнал, 1971. – Т.4. - №4. – С. 497-511.
- 42.Справочник по климату СССР. – Вып. 20. – Ч. II. – Л., 1965. – 396 с.
- 43.Справочник по климату СССР. – Вып. 17. – Ч. I. и II. – Омск, 1972.
- 44.Титлянова А.А., Косых Н.П., Миронычева-Токарева Н.П. Прирост болотных растений //Сибирский экологический журнал, 2000. – № 5. - С.653-658.
- 45.Храмов А.А., Валущкий В.И. Лесные и болотные фитоценозы Восточного Васюганья. – Новосибирск: Наука, 1977. – 220 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А  
(справочное)

ВЕС РАЗНЫХ ФРАКЦИЙ РАСТЕНИЙ НАДЗЕМНОЙ И ПОДЗЕМНОЙ  
ФИТОМАССЫ, ОСНОВНЫХ ЭКОСИСТЕМ «НИКОЛАЕВСКОГО РЯМА», 2015

ТАБЛИЦА А.1 – НАДЗЕМНАЯ ФИТОМАССА РАСТЕНИЙ ЭКОСИСТЕМЫ  
РЯМА

	Май	Июнь	Июль	Сентябрь	ср.знач.
Подстилка	96,05	37,75	61,05	112,59	76,86
Опад	14,42	83,50	11,33	11,97	30,30
Сухостой	57,70	23,84	16,03	62,47	40,01
<i>Ledum palustre:</i>					
листья 2015	5,00	23,14	42,97	50,45	30,39
листья 2014	89,78	28,69	34,33	20,52	43,33
листья 2013	9,31	0,20	1,02	0,78	2,83
побеги 2015	0,86	6,02	12,47	19,84	9,80
побеги 2014	27,34	10,13	19,61	22,77	19,96
многолетние побеги	174,97	55,02	71,78	70,20	92,99
<i>Andromeda polifolia:</i>					
листья 2015 г.	0,23	2,81	5,86	7,70	4,15
листья 2014 г.	13,36	1,94	10,55	6,16	8,00
листья 2013 г.	1,20	0,00	0,64	0,75	0,65
побеги 2015 г.	0,09	0,75	1,92	2,73	1,38
побеги 2014 г.	4,47	1,13	4,63	4,78	3,75
многолетние побеги	20,83	6,05	9,86	25,91	15,66
<i>Vaccinium Vitis-idaea:</i>					
листья 2015 г.	0,02	4,55	10,39	7,27	5,55
листья 2014 г.	12,00	1,84	8,17	5,92	6,98
Многолетние листья	9,50	0,00	2,55	1,72	3,44
побеги 2015 г.	0,00	1,13	4,30	2,34	1,94
побеги 2014 г.	3,06	0,00	7,13	2,59	3,20
многолетние побеги	4,36	1,98	2,58	1,14	2,52
<i>Chamaedaphne calyculata:</i>					
листья 2015 г.	0,77	24,66	6,55	21,55	13,38
листья 2014 г.	50,86	45,88	6,31	3,05	26,52
листья 2013 г.	0,45	0,20	0,00	0,00	0,16
побеги 2015 г.	0,72	8,75	2,13	9,88	5,37
побеги 2014 г.	14,52	39,72	5,00	17,70	19,23
многолетние побеги	170,86	135,58	6,44	53,13	91,50
<i>Oxycoccus microcarpus:</i>					
листья 2015 г.	0,33	0,00	3,52	0,00	0,96
листья 2014 г.	0,53	0,00	0,98	0,00	0,38
листья 2013 г.	0,42	0,00	6,56	0,00	1,75



побеги 2015 г.	0,86	0,00	1,77	0,00	0,66
побеги 2014 г.	0,14	0,00	3,63	0,17	0,98
многолетние побеги	0,20	0,00	0,28	0,45	0,23
<i>Rubus Chamaemorus</i>	0,00	3,44	9,23	6,06	4,68
<i>Pinus sylvestris</i>	0,00	0,00	0,06	0,00	0,02
<i>Carex globularis</i>	0,00	0,00	0,00	1,56	0,39
фотосинтезирующая фитомасса	193,77	137,34	149,69	133,48	153,57
живая фитомасса	617,05	403,58	303,19	367,13	422,74
мортмасса	168,17	145,09	88,41	187,03	147,17

ТАБЛИЦА А.2 – НАДЗЕМНАЯ ФИТОМАССА РАСТЕНИЙ МЕЗОТРОФНОЙ МОЧАЖИНЫ

	май	июнь	июль	сентябрь	ср.знач.
Подстилка	3,15	3,69	8,02	5,75	5,15
Ветошь	101,31	77,88	71,48	46,35	74,26
<i>Comarum palustre</i>	1,25	0,00	0,00	4,46	1,43
<i>Comarum palustre</i> з.л.	0,23	0,00	0,00	9,54	2,44
<i>Carex rostrata</i> з.л	10,54	62,63	0,00	1,13	18,57
<i>Carex limosa</i> з.л	0,13	0,40	2,40	0,00	0,73
<i>Carex lasiocarpa</i> з.л	3,96	11,73	34,60	26,85	19,29
<i>Eriophorum vaginatum</i> з.л	16,42	11,77	9,29	7,67	11,29
<i>Dactylorhiza incarnata</i> з.л	0,08	0,00	0,00	0,00	0,02
<i>Oxycoccus palustre:</i>					
листья т.г.	0,00	17,52	15,08	14,88	11,87
листья пр.г.	13,71	5,75	17,75	2,56	9,94
Многолетние листья	3,56	15,56	1,27	0,00	5,10
побеги т.г.	0,00	4,73	5,65	5,50	3,97
побеги 2014	4,35	0,00	7,90	0,00	3,06
многолетние побеги	1,65	8,58	0,90	1,77	3,22
<i>Chamaedaphne calyculata:</i>					
листья т.г.	0,00	1,06	3,17	3,63	1,96
листья 2014	1,10	0,58	1,13	0,21	0,76
Многолетние листья	0,44	0,96	0,00	0,00	0,35
однолетние побеги	0,00	0,60	1,10	3,02	1,18
побеги пр. г.	0,63	0,58	1,81	0,10	0,78
многолетние побеги	0,00	1,04	2,81	8,94	3,20
<i>Drosera rotundata</i>	0,00	0,00	0,31	0,00	0,08
<i>Menyanthes trifoliata</i>	0,00	0,00	7,08	12,83	4,98
<i>Rhynchospora alba</i> (ветошь т.г.)	0,00	0,00	0,00	0,21	0,05
Опад цв.	0,00	0,00	0,00	2,27	0,57
фотосинтезирующая фитомасса	51,41	127,96	92,08	83,75	88,80
живая фитомасса	58,04	143,51	112,25	103,08	104,22
мортмасса	104,46	81,56	79,50	54,58	80,03

ТАБЛИЦА А.3 – НАДЗЕМНАЯ ФИТОМАССА РАСТЕНИЙ ЗАЙМИЩА

	май	июнь	июль	сентябрь	ср.знач
Подстилка	523,92	180,06	787,96	817,69	577,41
Ветошь	390,00	562,13	158,48	133,56	311,04
<i>Carex riparia</i>	83,96	308,06	92,71	203,38	172,03
<i>Scolochloa festucacea</i>	0,00	28,88	0,00	0,00	7,22
<i>Phragmites australis</i> з.л.	11,60	276,69	465,02	0,00	188,33
<i>Calamagrostis</i>	0,00	0,00	5,25	4,23	2,37
Разнотравье	0,00	0,00	0,58	0,00	0,15
<i>Vicia</i>	0,00	0,00	0,13	0,00	0,03
<i>Lythrum</i>	0,00	0,00	20,10	0,00	5,03
<i>Carex cespitosa</i>	0,00	0,00	51,67	53,79	26,36
<i>Carex rostrata</i>	0,00	0,00	42,35	0,00	10,59
<i>Alopecurus pr.</i>	0,00	0,00	28,50	0,00	7,13
фотосинтезирующая фитомасса	107,16	613,63	1171,33	261,40	538,38
живая фитомасса	107,16	613,63	1171,33	261,40	538,38
мортмасса	913,92	742,19	946,44	951,25	888,45

ТАБЛИЦА А.4 – ПОДЗЕМНАЯ ФИТОМАССА РАСТЕНИЙ ЭКОСИСТЕМЫ РЯМА, ДАННЫЕ ЗА МАЙ И ИЮНЬ 2015

Фракции	май (г/м <sup>2</sup> )			Фракции	июнь (г/м <sup>2</sup> )		
	0-10	от 10 до 20	от 20 до 30		0-10	от 10 до 20	от 20 до 30
Очес сфагновый	1247,7 5	1247,7 5	1934,6 7	Очес сфагновый	1221,5 0	1583,3 3	1934,6 7
Торф			8366,0 0	Торф			
Опад цв.	825,00	825,00	213,33	Опад цв.	157,33	138,00	
Кук.лён, очес	48,00	48,00	137,00	Кук.лён, очес	10,00	1019,0 0	
Кустарнички:				Кустарнички:			
всасыв.	171,25	171,25	122,75	всасыв.	55,00	127,00	
мелкие	55,00	55,00	77,67	мелкие	5,00		
средние	37,67	37,67	55,00	средние	39,67	114,67	
крупные			63,00	крупные	14,50	66,00	
погреб. ствол.	357,00	357,00	416,25	погреб. ствол.	196,25	589,33	
мертв. погреб.	14,00	14,00	234,00	мертв. погреб.			
Сосна:				Сосна:			
всасыв.	59,33	59,33	51,33	всасыв.	10,00	22,00	
мелкие	83,25	83,25	37,00	мелкие			
средние	49,67	49,67	23,00	средние	6,33	14,67	
крупные			43,50	крупные	157,00		

<i>Sphagnum:</i>				<i>Sphagnum:</i>			
КОЛ-ВО ГОЛОВОК	445,00			КОЛ-ВО ГОЛОВОК	538,00		
ВЕС ГОЛОВОК	110,25			ВЕС ГОЛОВОК	81,25		
3см:				3см:	294,00		
прирост т.г.	204,00			<i>Sphagnum:</i>			
				КОЛ-ВО ГОЛОВОК	55,00		
прирост пр.г.	285,00			ВЕС ГОЛОВОК	11,00		
				3см:	38,00		
<i>Rubus chamaemorus</i>				<i>Rubus chamaemorus</i>			
корневище			33,00	корневище		24,50	
корни			2,00				
Живая ф/м куст.	813,17	813,17	889,50		483,75	933,67	0,00
Живая ф/м трав	0,00	0,00	35,00		0,00	24,50	0,00
Живая ф/м мхов	0,00	0,00	0,00		424,25	0,00	0,00
всего живой ф/м	813,17	813,17	924,50		908,00	958,17	0,00
Мортмасса	2134,75	2134,75	2519,00		1388,83	2740,33	1934,67

ТАБЛИЦА А.5 – ПОДЗЕМНАЯ ФИТОМАССА РАСТЕНИЙ ЭКОСИСТЕМЫ РЯМА, ЗА ИЮЛЬ И СЕНТЯБРЬ 2015

Фракции	июль (г/м <sup>2</sup> )			Фракции	сентябрь (г/м <sup>2</sup> )		
	0-10	от 10 до 20	от 20 до 30		0-10	от 10 до 20	от 20 до 30
Очес сфагновый		1192,25	1495,75	Очес сфагновый		1366,00	1377,33
Торф	288,00		6717,50	Торф			5400,00
Опад цв.	183,00	393,50		Опад цв.	170,75	378,75	477,00
Кук.лён, очес	81,50	171,00	34,00	Кук.лён, очес		5,67	28,00
Кустарнички:				Кустарнички:			
всасыв.	73,00	155,00	236,50	всасыв.	76,00	152,50	360,75
мелкие			64,00	мелкие			
средние		32,75	65,25	средние	17,25	21,75	46,75
крупные		12,00	62,25	крупные	9,00	32,67	27,25
погреб. ствол.	259,75	485,75	907,25	погреб. ствол.	245,50	378,75	483,25
мертв. погреб.	25,00			Кр.корни берёзы		118,00	
Сосна:				Сосна:			
всасыв.	39,00	97,50	146,67	всасыв.	53,75	124,50	80,25
мелкие	60,67	11,00	55,33	средние		40,50	35,67
средние		41,00	42,00	крупные		38,33	61,00
крупные				<i>Sphagnum:</i>			
				КОЛ-ВО ГОЛОВОК	206,00		
<i>Sphagnum:</i>				ВЕС ГОЛОВОК	46,00		
КОЛ-ВО ГОЛОВОК				3см:	151,00		
ВЕС ГОЛОВОК	111,00			Очес	382,50		
3см:	245,00			G, см			

прирост т.г.	230,25			<i>Sphagnum:</i>			
				КОЛ-ВО ГОЛОВОК	339,00		
прирост пр.г.	301,67			вЕС ГОЛОВОК	65,00		
				3см:	126,50		
Очес	621,50			Очес	457,50		
G, см	260,00			<i>Sphagnum:</i>			
<i>Rubus chamaemorus</i>				КОЛ-ВО ГОЛОВОК	10,00		
корневище	9,00			вЕС ГОЛОВОК	6,00		
корни				3см:	25,00		
<i>Oxycoccus palustre:</i>				Очес	49,00		
погреб.стволики		61,50	115,00	<i>Rubus chamaemorus</i>			
всас.корни			22,00	корневище			16,50
Живая ф/м куст.	432,42	896,50	1716,2		401,50	907,00	1094,9
Живая ф/м трав	9,00	0,00	0,00		0,00	0,00	16,50
Живая ф/м мхов	1147,9	0,00	0,00		419,50	0,00	0,00
	2						
всего живой ф/м	1589,3	896,50	1716,2		821,00	907,00	1111,4
	3		5				2
Мортмасса	1199,0	1756,75	8247,2		1059,7	1750,4	7282,3
	0		5		5	2	3

ТАБЛИЦА А.6 – ПОДЗЕМНАЯ ФИТОМАССА РАСТЕНИЙ МЕЗОТРОФНОЙ МОЧАЖИНЫ, ДАННЫЕ ЗА МАЙ И ИЮНЬ 2015

Фракции	май (г/м <sup>2</sup> )			Фракции	июнь (г/м <sup>2</sup> )		
	0-10	от 10 до 20	от 20 до 30		0-10	от 10 до 20	от 20 до 30
Очес сфагновый	431,50	857,00	1278,67	Очес сфагновый			
Торф				Торф		2944,00	3778,33
Опад	70,67	140,00	186,00	Опад	25,33	169,00	93,00
Кустарнички:				Кустарнички:			
всасыв.				всасыв.		63,00	
мелкие				погреб. ствол.			51,00
средние			16,00	<i>Sphagnum:</i>			
крупные				КОЛ-ВО ГОЛОВОК	211		
погреб. ствол.	41,00			вЕС ГОЛОВОК	68,33		
<i>Sphagnum:</i>				3см:	222,67		
КОЛ-ВО ГОЛОВОК	126			Очес	612,67		
вЕС ГОЛОВОК	73,67			<i>Sphagnum:</i>			
прирост т.г.	159,33			КОЛ-ВО ГОЛОВОК	8		
прирост пр.г.	223,00			вЕС ГОЛОВОК	2,00		

Очес				3см:	5,00		
<i>Sphagnum:</i>				Очес	21,00		
КОЛ-ВО ГОЛОВОК	33			<i>Oxycoccus palustre:</i>			
вес ГОЛОВОК	28,50			всас.корни	25,00	156,00	92,67
прирост т.г.	32,00			мертв.листья	34,50		
прирост пр.г.	50,00			погреб.стволики	30,33	225,00	144,00
Очес	50,00			<i>Carex lasiocarpa</i>			
<i>Oxycoccus palustre:</i>				корни всас.			
погреб.стволики	90,00	56,00	207,00	ср.корни	11,00		
всас.корни	57,00	62,00	72,00	корневище			7,00
<i>Carex limosa</i>				жив.узлы кущ.	201,00		
корни всас.			14,00	<i>Carex rostrata</i>			
ср.корни			17,00	верхн.части	131,00		
корневище			14,00	корни т.г.			187,00
жив.узлы кущ.			30,00	корни пр.г.		52,00	199,00
мертв.узлы кущ.				корневище т.г.			371,00
<i>Carex rostrata</i>				узлы кущ.т.г.			373,50
корни			17,00	узлы кущ.пр.г.		163,00	
крупн.корни		28,00		мертв.ост.осок		482,00	505,00
жив.узлы кущ.	26,00		25,00	<i>Carex limosa</i>			
мертв.узлы кущ.	227,50			корневище пр.г.			29,00
Ниж.части осок	19,00			корни пр.г.			22,00
<i>Eryoph.vaginatium</i>				<i>Eryoph.vaginatium</i>			
мерт.корни		135,00	18,00	верхн.части	22,00		
узлы кущ.		39,00	297,00	мерт.корни			4,00
мертв.узлы кущ.		35,00	958,00	мертв.узлы кущ.			49,00
<i>Menyanthes trif.</i>							
корневище		3,00					
Живая ф/м куст.	188,00	118,00	295,00		55,33	444,00	287,67
Живая ф/м трав	45,00	70,00	414,00		365,00	215,00	1188,50
Живая ф/м мхов	566,50	0,00	0,00		298,00	0,00	0,00
всего живой ф/м	799,50	188,00	709,00		718,33	659,00	1476,17
Мортмасса	779,67	1167,00	2440,67		693,50	3595,00	4429,33

ТАБЛИЦА А.7 – ПОДЗЕМНАЯ ФИТОМАССА РАСТЕНИЙ МЕЗОТРОФНОЙ МОЧАЖИНЫ, ДАННЫЕ ЗА ИЮЛЬ И СЕНТЯБРЬ 2015

Фракции	июль (г/м <sup>2</sup> )			Фракции	сентябрь (г/м <sup>2</sup> )		
	0-10	от 10 до 20	от 20 до 30		0-10	от 10 до 20	от 20 до 30
Очес сфагновый	845,3	3000		Очес сфагновый		1935	1685,0
Торф		2802,5	3745	Торф		4010	1936,0
Опад цв.	80,0	493,3	544,7	Опад	108,0	161,0	257,3

				Кустарнички:			
Кустарнички:				всасыв.		164,7	195,0
всасыв.	88,3	125,3	91,3	погреб. ствол.	143,0	124,0	291,5
погреб. ствол.	119,0	48,0	22,0	<i>Sphagnum:</i>			
<i>Sphagnum:</i>				кол-во головок	171		
кол-во головок	151			вес головок	98,67		
вес головок	156,0			3см:	167,67		
3см:				от3доб+(G>6)	120,50		
прирост т.г.	270,7			Очес	748,33		
				<i>Sphagnum:</i>			
прирост пр.г.	481,0			кол-во головок	6		
				вес головок	1,00		
Очес				3см:	10,00		
<i>Oxycoccus palustre:</i>				Очес	17,00		
погреб.стволики	77,67	140,0	132,3	<i>Sphagnum:</i>	806,3		
<i>Carex lasiocarpa</i>				кол-во головок	81		
корни т.г.	36,00	57,67	170,0	вес головок	32,0		
узлы кущ.т.г.			530,0	3см:	84,00		
узлы кущ.пр.г.			668,0	Очес	41,00		
нижн.части стебл.	670,0			<i>Oxycoccus palustre:</i>			
корневище т.г.		1246		всас.корни	58,3		
корни старые		24,00	103,0	мертв.листья	19,7		
стар.верхн.части уз.кущ.		412,0		погреб.стволики	42,7	183,7	153,3
<i>Carex rostrata</i>				<i>Carex lasiocarpa</i>			
мертв.ост.осоки	68,33			узлы кущ.т.г.	61,0	145,5	173,0
<i>Carex limosa</i>				узлы кущ.пр.г.	69,0	239,0	
узлы кущ.т.г.	46,00		75,00	узлы кущ.многол.		125,0	82,5
узлы кущ.пр.г.	27,00	64,00	69,50	корни т.г.	5,0		151,5
корни т.г.	8,00		37,00	кр.корни т.г.			40,5
корни старые		20,00		корневище стар.			104,0
корневище т.г.	7,00	43,00		нижние части стеблей	88,0		
корневище стар.		19,00		<i>Carex rostrata</i>			
<i>Eryoph. vaginatum</i>				корни т.г.		178,5	62,5
корни т.г.		13,00	159,0	корневище стар.			17,0
кр.корни многол.		31,00		узлы кущ.т.г.		124,0	47,0
мерт.корни	39,00			узлы кущ.пр.г.		43,0	31,0
многол.узлы кущ.		113,0		мертв.ост.осоки		92,0	
				<i>Carex limosa</i>			
				узлы кущ.т.г.		7,5	
				узлы кущ.пр.г.	12,0	5,0	
				корни т.г.		11,0	
				корни пр.г.		10,0	

				корневище т.г.		19,0	
				корневище пр.г.		4,00	
				<i>Eryoph.russeolum</i>			
				узлы кущ.т.г.	136,0	38,0	
				узлы кущ.пр.г.	68,0		748,0
				корни т.г.	12,0	8,00	
				корни пр.г.		61,0	87,0
				Зеленый мох, G	9,00	42,00	
				<i>Drosera anglica</i>	2,00		
				<i>Menyanthes trif.</i>			
				корни т.г.		12,00	32,00
				корневище т.г.		136,0	48,00
Живая ф/м куст.	285,0	313,3	245,7	Живая ф/м куст.	244,0	472,3	639,8
Живая ф/м трав	794,0	2042,7	1811,5	Живая ф/м трав	453,0	1166,5	1624,0
Живая ф/м мхов	907,7	0,00	0,00	Живая ф/м мхов	522,8	42,0	0,0
всего живой ф/м	1986,7	2356,0	2057,2	всего живой ф/м	1219,8	1680,8	2263,8
Мортмасса	1032,7	6295,8	4289,7	Мортмасса	934,0	6198,0	3878,3

ТАБЛИЦА А.8 – ПОДЗЕМНАЯ ФИТОМАССА РАСТЕНИЙ ЗАЙМИЩА

Фракции	май (г/м <sup>2</sup> )		июнь (г/м <sup>2</sup> )		июль (г/м <sup>2</sup> )		сентябрь (г/м <sup>2</sup> )		
	0-10	от 10 до 20	0-10	от 10 до 20	0-10	от 10 до 20	0-10	от 10 до 20	от 20 до 30
Корни	966	1600	2101	2774	3330	2892	479	248	294
R %	289,8	640	1471	1109,6	2331	2024	335,3	173,6	
V	676,2	960	630,3	1664,4	999	867,6	143,7	74,4	
Ракушки	10	1	10	100	10	100			
Корни							1690	1076	1072
R %							507	322,8	742,9
V							1183	753,2	318,38
Ракушки									10,72
корневище т.г.	90				210	231	792	232	149
корневище пр.г	359	537			215		324	31	35
корневище мерт.							134	59	28
Крупные корни т.г.							78	20	
всасыв. корни т.г.							9	4	
узлы кущения т.г.			548	495					
Живая ф/м	738,8	1177	2019	1604,6	2756	2255	2045,3	783,4	926,9
Мортмасса	676,2	960	630,3	1664,4	999	867,6	1460,7	886,6	346,38