

УДК: 551.0 + 556.56

## РАСТИТЕЛЬНОСТЬ И ПРОДУКТИВНОСТЬ БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЗАПОВЕДНИКА «ЮГАНСКИЙ»

*Косых Н.П., Коронатова Н.Г., Степанова В.А.*

*ФГБУН Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск*

*npkosykh@mail.ru*

*В течение последних четырех лет проводятся биогеоэкологические исследования на территории заповедника «Юганский», расположенного в средней тайге, в наиболее заболоченной подзоне тайги Западной Сибири. Дана оценка продуктивности растительности основных болотных экосистем олиготрофных и мезотрофных болот заповедника, которые занимают 30 - 35% территории. Показано, что запасы фитомассы изменяются от 1200 до 3820 г/м<sup>2</sup> и составляют от 7 до 36 % от общих запасов растительного вещества. Древесный ярус может увеличивать запасы фитомассы на ряме на 60%, на гряде ГМК на 40%, на кочках озеркового комплекса на 10%. Продукция в экосистемах гряд и рямов изменяется от 700 до 1000 г/м<sup>2</sup> в год, мочажин от 650 до 1700 г/м<sup>2</sup> в год, наиболее продуктивными оказались более обводненные экосистемы озерковых комплексов и мезотрофные топи.*

**Ключевые слова:** биологическая продуктивность, чистая первичная продукция, болотные экосистемы, заповедник, средняя тайга, Западная Сибирь.

**Цитирование:** Косых Н.П., Коронатова Н.Г., Степанова В.А. 2017. Растительность и продуктивность болотных экосистем заповедника «Юганский» // Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата. Т. 9. № 1. С. 53-61.

**Citation:** Kosykh N.P., Koronotova N.G., Stepanova V.A. Vegetation and productivity of mire ecosystems in the reserve «Yuganskiy» // Environmental dynamics and global climate change. V. 9. No. 1. P. 53-61.

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.17816/edgcc8950>

### ВВЕДЕНИЕ

По районированию болот Тюменской области, территория заповедника относится к Кондинско-Юганскому болотному региону верховых сфагновых болот, в составе Демьянско-Юганского субрегиона водораздельных грядово-мочажинных массивов с рьями на перифериях [Шумилова, 1971]. По геоботаническому районированию Западной Сибири, территория заповедника относится к Обь-Иртышскому сильно заболоченному району в границах двух подрайонов - Салымо-Балыкской и Демьяно-Васюганской [Болота Западной Сибири..., 1976] в пределах среднетаежной подзоны Западной Сибири и входит в состав Салымо-Юганской болотной системы [Лисс, Березина, 1981] и геоботанической провинции олиготрофных грядово-мочажинных торфяников Западной Сибири [Кац, 1971]. Грядово-мочажинные торфяники описаны Бронзовым [Кац, 1971], для них характерен своеобразный тип ландшафта - "нарымского типа", признаки которого выражены в огромных площадях, отсутствии границ между отдельными болотными массивами, выпуклая поверхность с наибольшим превышением середины над краями, большая мощность торфа и господство грядово-мочажинных и озерковых комплексов. Для болот средней тайги выявлены сравнительно четкая корреляция между возрастом торфяных отложений и их мощностью. Трансформация болот Салымо-Юганского междуречья в олиготрофную стадию развития началась в конце атлантического периода 7000 лет, глубина залежи около 4 м [Лисс и др., 2001]. Современное состояние болот - их протяженность, мощность торфяной залежи - является следствием их исторического развития, продолжение их роста в настоящее время определяется продуктивностью растительности болотных экосистем [Kosykh et al., 2008]. Основное внимание при изучении болот Западной Сибири уделялось структуре запасов фитомассы и продукции надземных ярусов [Храмов, Валуцкий, 1977; Глебов, 1988; Пьявченко, 1968; Базилевич, 1997]. Наиболее распространенным способом определения продукции болотных экосистем является метод учета приростов фотосинтезирующих частей надземного яруса [Vaskeus, 1985]. Надземная продукция болотных экосистем изменяется от 15 до 180 г/м<sup>2</sup> в год [Козловская и др., 1978]. Вклад подземных органов для болотных экосистем определялся расчетным

путем [Елина и др., 1984]. Вклад подземных органов намного превышает вклад надземной продукции цветковых растений и равен вкладу продукции мхов или превышает ее [Wallen, 1986, 1992; Grogan, Chapin III, 2000; Косых, Коронатова, 2010; Копотева, Купцова, 2016]. Высокая продукция при замедленном разложении растительных остатков приводит к росту торфяников как в вертикальном, так и в горизонтальном направлении и, как следствие, к продолжению роста болотных массивов.

Цель данной работы – выявление современного состояния продуктивности болотных экосистем, особенностей распределения запасов растительного вещества олиготрофных и мезотрофных болот в средней тайге Западной Сибири на территории Юганского заповедника.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

На четырех ключевых участках Юганского заповедника, расположенных в междуречье Большого и Малого Югана, определялась биологическая продуктивность растительности в основных болотных олиготрофных экосистемах: рям, гряда и мочажина (Ом) в ГМК, гряда (кочка) и мочажина в ГкрМОЗК и мезотрофные топи (МТ) (табл. 1). Первый ключевой участок представляет Юганский водораздельный олиготрофный болотный массив в районе озера Кытнелор. Второй ключевой участок «Восточный», площадью около 400 га, расположен на одном из восточных отрогов большого Юганского массива. Два последних ключевых расположены на левом берегу высокой террасы реки Негусьяхи и представляют олиготрофный массив междуречья малых рек Картыкатигы и Чинигый (площадь болотного массива составляет около 1600 га) и участок мезотрофного болота в междуречье р. Картыкатигы и Печпаньях (400 га). Большую часть территории болотных массивов занимают грядово-мочажинно-озерковые, болотно-озерные, грядово-крупномочажинные, грядово-мочажинные комплексы, в переходной части находятся рямы (табл. 2).

**Таблица 1.** Болотные экосистемы и растительные сообщества распространенные на этих экосистемах.

Индекс	Болотная экосистемы	Микро-ландшафт	Растительное сообщество
Рям	Рям настоящий	Рям	Сосново-кустарничково-сфагновое
Гр-ГМК	Гряда	Грядово-мочажинный комплекс	Сосново-кустарничково-лишайниково-сфагновое
Гр-ГкрМОЗК	Гряда ГкрМОЗК	Грядово-крупномочажинно-озерковый комплекс	Кустарничково-сфагновое
ОмГМК	Олиготрофная мочажина	Грядово-мочажинный комплекс	Осоково-шейхцеригово-сфагновое
Ом-ГкрМОЗК	Олиготрофная мочажина	Грядово-крупномочажинно-озерковый комплекс	Шейхцеригово-ринхоспорово-сфагновое
МТ	Мезотрофная топь (МТ)	Топь	Осоково-вахтово-сфагновая

**Таблица 2.** Координаты ключевых участков и основные болотные экосистемы.

Ключевой участок/болото	Координаты, °N - °E	Экосистема
Кытнелор	59,5 - 74,8	Рям, Гр-ГМК, Ом-ГМК, Гр-ГкрМОЗК, Ом-ГкрМОЗК, МТ
Восточный	59,5 - 75,3	Рям, Гр-ГМК, Ом-ГМК, Гр-ГкрМОЗК, Ом-ГкрМОЗК, МТ
Негусьяха	59,9 - 74,3	Рям, Гр-ГМК, Ом-ГМК, Гр-ГкрМОЗК, Ом-ГкрМОЗК
Пачпаньяха	59,8 - 74,3	Рям, МТ

На грядах этих болот преобладают *сосново-кустарничково-лишайниково-сфагновые* сообщества в сочетании с *шейхцеригово-сфагновыми* сообществами олиготрофных мочажин. В мочажинно-озерковых комплексах с развитыми *шейхцеригово-сфагновыми с ринхоспорой* сообществами в мочажинах с небольшими кочками с *кустарничково-сфагновыми* сообществами и обязательными озерами внутри комплексов. На наиболее дренированных участках развиты рямы *сосново-кустарничково-сфагновые*. Мезо-олиготрофные и мезотрофные болота приурочены к долинам стока,

на которых развиты *кустарничково-вахтово-сфагновые, ростратово-сфагновые, вахтово-осоково-сфагновые* растительные сообщества.

Для определения продуктивности пробы в количестве 6 – 12 штук для каждой болотной экосистемы (рям, гряда, Ом, ГкрМОз, МТ и др.) на 4 ключевых участках отбирались на типичных формах микрорельефа (кочки, межкочья и т.п.) пробоотборником послойно до глубины 30 см от поверхности головок мха. Отбор проб проводился в период максимального развития растений в конце вегетационного сезона с 10 по 14 августа. Растительное вещество подразделялось нами на надземную, подземную живую фитомассу и мортмассу, которую высушивали до сухого веса и взвешивали. 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> [Косых, 2003]. Отобранные образцы разделяли на следующие фракции: фотосинтезирующие части трав, кустарничков, мхов (апикальные верхушки и стебли), надземные однолетние, многолетние побеги кустарничков, живые и мертвые подземные органы трав и кустарничков, погребенные в мох стволы кустарничков. Подземные органы трав объединяют корни, корневища и узлы кушения текущего года и многолетние прошлых лет. Фракции фитомассы разделялись по видовой принадлежности [Kosykh et al, 2008]. Живая фитомасса деревьев разделена на следующие фракции: хвоя, ствол и корни дерева. Для древесного яруса на 3 площадках были отобраны модельные деревья в количестве 10 шт. с каждой площадки.

Чистая первичная продукция (NPP) складывается из надземной продукции трав, кустарничков и мхов (ANP) и продукции подземных органов (BNP) и выражена в г/м<sup>2</sup> в год. Надземная продукция трав определяется по максимальному за сезон запасу зеленой фитомассы. У листопадных кустарников ANP оценивается по сумме максимального запаса зеленых листьев и фитомассы однолетних побегов текущего года. Для оценки ANP вечнозеленых кустарничков применяется метод «годовых приростов», разработанный Н.И. Андрияшкиной и П.Л. Горчаковским (1972). Подземную продукцию трав и кустарничков определяли по приросту текущего года корней, корневищ и узлов кушения [Kosykh et al., 2008].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

### Растительный покров болотных экосистем

**Настоящий рям** представлен сосново-кустарничково-сфагновым сообществом. Разреженный древесный ярус состоит из сосны *Pinus sylvestris* L. с примесью кедра (*Pinus sibirica* Du Tour), высотой до 1,5-2,0 м диаметром 44-49 мм, возраст около 30-32 лет. В ходе заболачивания сосна приобретает типичную для болот форму (*Pinus sylvestris* L. f. *Litwinovii* Suk.). Видовое разнообразие достигает 25 видов, из них мхов – 7, лишайников – 3 (табл. 3). Среди кустарничков наибольшего распространения достигает мирт *Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench. – 30%, багульник *Ledum palustre* L., два вида клюквы *Oxycoccus palustris*, *O. microcarpus* Turcz. ex Rupr. – 10%, голубика *Vaccinium uliginosum* L., брусника *V. vitis-idaea* L. и кустарник – береза *Betula nana* L. (рис.1). Из трав доминируют морозка *Rubus chamaemorus* L., пушица *Eriophorum vaginatum* L, занимая 35 % поверхности. Среди сфагновых мхов доминирует *Sphagnum fuscum* (Schimp.) Klinggr., обильны *S. magellanicum* Brid., *S. angustifolium* (Russ. ex Russ.) C.Jens. и *S. capillifolium* (Ehrh.) Hedw. Редко встречаются зеленые мхи. Уровень болотных вод составляет около 40 см.

**Таблица 3.** Число видов в болотных экосистемах.

Экосистема	рям	ГМК		ГкрОзК		МТ
		гряда	ОМ	гряда	ОМ	
деревья	2	2	0	1	0	0
кустарнички	8	8	2	7	3	8
осоки и пушицы	3	1	3	1	5	12
травы	2	2	1	2	2	4
зеленые мхи	3	2	1	2	2	4
сфагновые мхи	4	4	4	4	5	10
лишайники	3	4	0	2	0	0
Всего видов	25	23	11	19	17	38

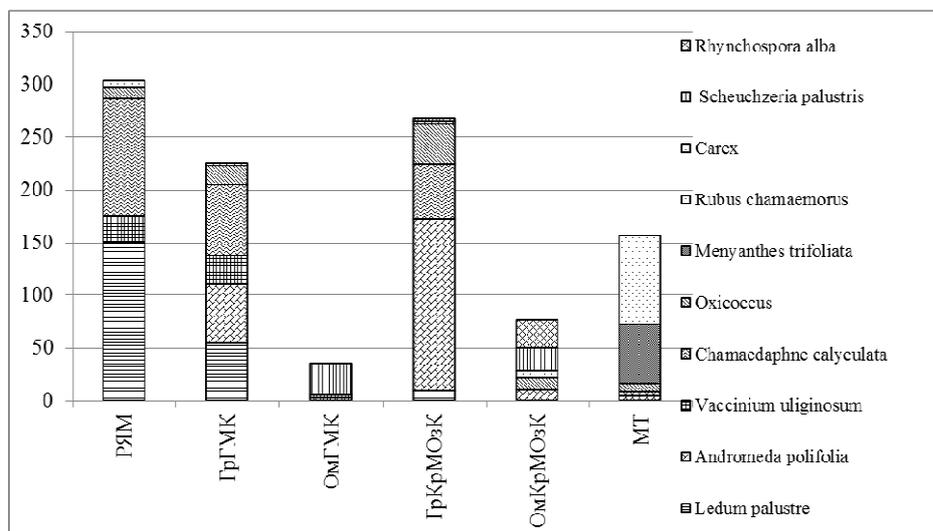


Рис. 1. Запасы надземной фитомассы сосудистых растений в болотных экосистемах (г/м<sup>2</sup>).

**Грядово-мочажинные комплексы** расположены на пологих склонах болот между рямом и озерковым комплексом. На грядах деревья (*Pinus sylvestris*) находятся в более угнетённом состоянии, чем в сообществе ряма. Численность уменьшается в 3-5 раза, диаметр колеблется в пределах 40-49 мм, возраст снижается до 23 лет. **Гряды** в ГМК (Гр-ГМК) представлены сосново-кустарничково-сфагновым с пушицей влагилищной растительным сообществом, видовое разнообразие составляет 23 вида. Сообщество двухярусное. На сфагновых невысоких подушках кустарнички дают 60% проективного покрытия. Кустарничковый ярус представлен *Andromeda polifolia*, *Chamaedaphne calyculata*, *Ledum palustre*, а также *Oxycoccus microcarpus*. Кочки из *Eriophorum vaginatum* достигают высоты 20 см и диаметром от 10 до 20 см. Моховой покров на кочках образован *Sphagnum fuscum* – 50% п.п., *S. angustifolium* – 20%, *S. magellanicum* – 10%; в межкочьях – *S. balticum* (Russ.) Russ. ex C.Jens. – 10%. Лишайники играют незначительную роль, но сохраняют свое присутствие. В дернине *S. fuscum* встречается *Polytrichum strictum* Brid., редко образующий свою собственную дернину. Травянистый ярус очень беден, и представлен *Rubus chamaemorus*, *Drosera rotundifolia* L. и *Eriophorum vaginatum*. Уровень болотных вод составляет 15 – 20 см.

В олиготрофных сильнообводненных **мочажинах** (Ом-ГМК) преобладающим сообществом является шейхцериеново-сфагновое. Эти экосистемы часто встречаются обычно в комплексе с грядами в грядово-мочажинных комплексах. Поверхность мочажин ровная, с относительным перепадом не более 5 см. Кустарничковый ярус слабо выражен и представлен *Andromeda polifolia* (проективное покрытие менее 1%), иногда встречаются отдельные экземпляры *Chamaedaphne calyculata*. Травянистый ярус представлен шейхцерия *Scheuchzeria palustris* L. (проективное покрытие до 15%), по мере увеличения обводненности в центре мочажины появляется осока *Carex limosa* L. С большим постоянством встречается клюква болотная. Моховой покров шейхцериеновой мочажины образуют два содоминанта *Sphagnum balticum* и *S. papillosum* Lindb. с примесью *S. jenseni* H.Lindb. и *S. majus* (Russ.) C.Jens.

**Мочажинно-озерковый комплекс** характерен для болот территории заповедника. Образование вторичных озер среди крупных обводненных мочажин началось в субатлантический период 2 тысячи лет назад и предопределено равнинным рельефом поверхности, благоприятными климатическими условиями (Лисс и др., 2001). Вокруг озер наибольшего развития достигают очень плотные моховые сплавины – мочажины (Ом-ГкрМОзК), которые сложены из ринхоспоро и шейхцери. Преобладающим сообществом является шейхцериеново-осоково-ринхоспорово-сфагновое. Количество видов увеличивается до 17. Кустарнички *Andromeda polifolia* плотно скрепляют моховой покров. Встречаются *Eriophorum russeolum* Fries, *Carex limosa*. Моховой покров сложен видами сфагновых мхов: *S. balticum*, *S. jenseni*, *S. papillosum* и *S. lindbergii* Schimp. ex Lindb. Часто встречается *S. magellanicum*. Небольшие кочки-гряды являются обязательным элементом комплекса, которые возвышаются на 10-15 см. Размеры гряд и кочек Гр-ГкрМОзК уменьшаются, теряют четкость, разбросаны вокруг озер, и представляют невысокие кочки с кустарничково-сфагновым сообществом с еще более угнетенным ярусом сосны. В моховом покрове доминантом остается *S. fuscum*. Встречаются виды, характерные для гряд - *Rubus chamaemorus* и *Eriophorum vaginatum*. В

кустарничковом ярусе содоминантами выступают *Andromeda polifolia*, *Chamaedaphne calyculata* и *Ledum palustre*.

**Олиготрофно-мезотрофные и мезотрофные топи** находятся в транзитных условиях болота, когда с болота или через болото идет водный поток, причем скорость течения достаточно большая (там, где скорость тока воды недостаточна, формируются грядово-мочажинные комплексы). На ключевом участке «Восточный» мезотрофная топь (МТ) формируется при дополнительном токе воды с верхового олиготрофного болота в озеро. На болоте «Печпаньях» мезотрофная топь образовалась по ложбине стока потока воды из выше расположенного озера в реку Негусьях. Мезотрофная топь представлена осоково-сфагновыми, пушицево-сфагновыми, кустарничково-сфагновыми растительными ассоциациями с доминированием вахты (*Menyanthes trifoliata* L.), сабельника (*Comarum palustre* L.), осок (*Carex rostrata* Stokes, *C. lasiocarpa* Ehrh., *C. aquatilis* Wahlenb., *C. limosa*), пушиц (*Eriophorum vaginatum*, *E. polystachyon* L., *E. russeolum*), встречается *Scheuchzeria palustris*. ПП осок и пушиц составляет 40 – 50%.

Растительный покров мезотрофной топи ключевого участка «Печпаньях» формируется группой разнотравья, кустарничков и мхов. Единично встречается береза. Биоразнообразие достигает максимальной величины, наибольшего развития получают мезотрофные и евтрофные виды, такие как вейник (*Calamagrostis canescens* (Web.) Roth), папоротник (*Thelypteris palustris* Schott), разнотравье кипрей (*Epilobium palustre* L.), подмаренник (*Galium palustre* L.), хвощ (*Equisetum fluviatile* L.), вех (*Cicuta virosa* L.) и др. Количество видов на участках 100 м<sup>2</sup> не превышает 20 видов [Байкалова, 2003; Минаева и др., 1996], всего на болоте отмечено 38 видов сосудистых растений. На кочках в кустарничково-кустарничковом ярусе доминируют мирт (*C. calyculata*), березка (*B. nana*), андромеда (*A. polifolia*), клюква (*O. palustris*, *O. microcarpus*). Единично можно встретить и *Drosera rotundifolia*. Отличие от олиготрофного массива заключается и в том, что моховой покров характеризуется другим соотношением видов сфагновых мхов, разрастаются мезотрофные и евтрофные виды, такие как обманчивый (*Sphagnum fallax* (Klinggr.) Klinggr.), оттопыренный (*Sphagnum squarrosum* Crome). Встречаются мочажинные мхи – *Sphagnum riparium* Aongst., *S. fallax*, *S. majus*, *S. balticum*, *S. jensenii*, *S. papillosum*, *S. magellanicum*, *S. flexuosum*. и др. Моховой ярус отличается рыхлым сложением, большой мозаичностью и образует микроповышения (кочки), которые заняты *Sphagnum angustifolium*, пушицей и кустарничками. Биоразнообразие мхов достигает 14 видов. Уровень болотных вод устанавливается на глубине 3-10 см. На участках с вахтой вода стоит выше поверхности торфа на 5-10 см. Мезотрофное болото переходит в олиготрофный болотный массив, который начинается развитым сосново-кустарничково-сфагновым растительным сообществом рьяма, где УБВ снижается до 40-60 см.

### Структура растительного вещества

Продуктивность является основной характеристикой функционирования природных экосистем, характеризуется величиной запасов фитомассы и чистой первичной продукции для каждой климатической зоны и растительной формации [Базилевич, 1993]. Продуктивность экосистем отражает их биологический потенциал и характеризуется тремя параметрами – запасом фитомассы, мортмассы (г/м<sup>2</sup>) и чистой первичной продукцией, то есть количеством органического вещества, создаваемого зелеными растениями за единицу времени на единице площади (г/м<sup>2</sup> в год). В условиях средней тайги в зависимости от растительного сообщества запасы фитомассы изменяются 1200 до 3820 г/м<sup>2</sup> и составляет от 7 до 36 % от общих запасов растительного вещества. Во всех типах экосистем преобладают запасы подземных органов, и только в олиготрофных мочажинах ГМК существенная доля фитомассы сформирована мхами.

В среднем запас мортмассы до глубины 30 сантиметров изменяется от 4500 до 12500 г/м<sup>2</sup>, причем на повышенных элементах рельефа изменяется от 6500 до 9000 г/м<sup>2</sup>, с максимумом на гряде в ГМК. На пониженных элементах рельефа в мочажине ГМК запасы мортмассы достигают 12500 г/м<sup>2</sup>, в озерковом комплексе в мочажине отмечен минимальный запас мортмассы, который составляет 4500 г/м<sup>2</sup> (рис. 2). Вклад надземной мортмассы (ветошь, подстилка и сухостой) невысок, не превышает 1 – 2 % от всей мортмассы. Надземная мортмасса рьяма формируется подстилкой и сухостоем и составляет 120 г/м<sup>2</sup>. Запасы мортмассы гряды в 2 раз меньше, чем мортмасса рьяма и составляют 49 – 73 г/м<sup>2</sup>. Вклад фракции сухостоя во всех экосистемах повышенного микрорельефа почти везде одинаковый и составляет около 20-25 г/м<sup>2</sup>. В мочажинах надземная мортмасса разлагается в течение сезона быстро, поэтому запасы ветоши составляют всего 2 г/м<sup>2</sup>, в надземную подстилку сосудистых растений вообще не поступает. На пониженных элементах рельефа в условиях переувлажнения и бедного питания олиготрофных мочажин растения не дают большого прироста, а

отмершие надземные части растений быстро разлагаются. Для количественной оценки функционирования экосистемы Н.И. Базилевич [Базилевич и др., 1986] введен критерий, отражающий скорость биологического круговорота, который определяется отношением мортмассы к продукции. В условиях олиготрофных мочажин скорость обновления надземной фитомассы составляет меньше года. На повышенных элементах, где доминируют кустарнички, увеличивается запас мортмассы, что говорит о замедленном круговороте. Скорость обновления надземной фитомассы в таких экосистемах (рямов, гряд) заторможена и составляет более года.

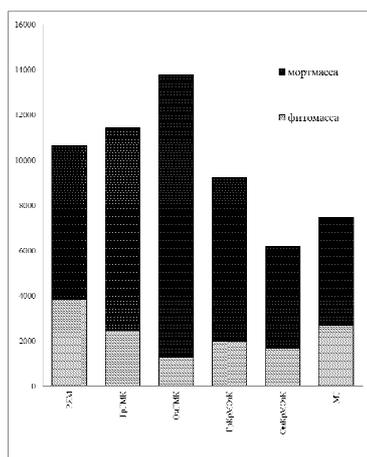


Рис. 2. Соотношение живой фитомассы и мортмассы болотных экосистем в слое до 30 см, г/м<sup>2</sup>.

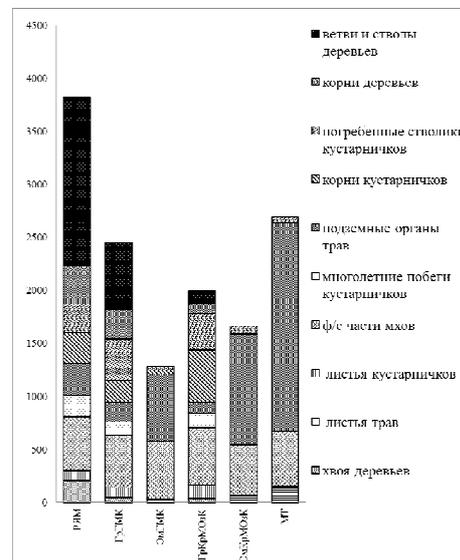


Рис. 3. Запасы фитомассы в болотных экосистемах, (ф/с – фотосинтезирующие части растений, подземные органы – корни, корневища и узлы кушения трав, г/м<sup>2</sup>).

### Соотношение запасов фитомассы

Количество живой фитомассы определяется типом экосистемы и растительным сообществом, а также степенью обводненности. В среднем общий запас фитомассы сообщества на повышенных элементах рельефа колеблется около 1900 – 2230 г/м<sup>2</sup>. Древесный ярус увеличивает запасы на ряме на 50-60%, на гряде ГМК на 40%, на кочках озеркового комплекса на 10%. Сильно отличается олиготрофная мочажина в ГМК, где запасы фитомассы имеют минимальные значения. Запас живой фитомассы мочажины в ГкрМОЗК повышается и составляет 1726±230 г/м<sup>2</sup>.

Фитомасса болотных экосистем средней тайги на территории заповедника изменяется от 1200 до 3820 г/м<sup>2</sup> и определяется микрорельефом и видовым составом растительного сообщества (рис. 3). При увеличении дренированности и трофности экосистемы увеличиваются запасы живой фитомассы, что в свою очередь приводит к росту чистой первичной продукции. На повышенных элементах рельефа запасы достигают максимальной величины на Ряме 3821 ± 397 г/м<sup>2</sup> (вклад древесного яруса – 56 %, кустарнички – 22, травы – 8, мхи – 13%); снижаются до 2453± 280 г/м<sup>2</sup> на ГрГМК (древесный - 40, кустарнички – 33, травы – 8, мхи - 20%); на кочках ГкрМОЗК еще ниже и составляют 1995 г/м<sup>2</sup> (древесный ярус - 12%, кустарнички – 55, травы – 6, мхи - 27 %). На пониженных элементах рельефа в олиготрофных мочажинах ОмГМК запасы снижаются до 1285± 190 г/м, происходит изменение в структуре фитомассы. Снижаются запасы фитомассы кустарничков и увеличиваются запасы трав и мхов (кустарнички – 6, травы – 52, мхи - 42%). А вот в озерковых комплексах происходит увеличение запасов фитомассы в ОмкрМОЗК до 1663± 207 г/м<sup>2</sup> (кустарнички – 7, травы – 65, мхи – 28%). С увеличением трофности в корнеобитаемом слое в топи МТ запасы увеличиваются до 2692± 360 г/м<sup>2</sup> за счет трав (кустарничковый – 3, травы – 78, мхи – 19%). Таким образом, на повышенных элементах рельефа в экосистемах рьяма и гряд, общий запас фитомассы сформирован в основном подземными органами кустарничков, большая часть приходится на фракцию погребенных стволиков. В мочажинах запас формируется мхами и травами, причем подземная фитомасса трав преобладает.

### Чистая первичная продукция болотных экосистем

Продукция имеет большое значение в функционировании экосистемы. Продукция болот Канады, где первичная продукция проводилась с учетом корневых систем кустарничков и трав,

изменяется от 90 до 1943 г/м<sup>2</sup> в год (Belyea, Warmer, 1995; Thormann, Bayley, 1997), в болотах Швеции от 50 до 800 г/м<sup>2</sup> в год (Backeus, 1990; Wallen, 1992). Эти данные подтверждают огромную роль подземного яруса в создании общей продукции. В экосистемах болот средней тайги продукция травяно-кустарничково-сфагнового яруса в среднем изменяется от 600 до 1720 г/м<sup>2</sup> в год (Рис. 4). На высоких элементах рельефа – гряды в ГМК и рьямы имеют продукцию с учетом древесного яруса, который повышает продукцию на 10-25 % и составляет 800 – 1000 г/м<sup>2</sup> в год. На грядах в ГМК и в рьяме надземные части растений, среди которых доминируют кустарнички, дают до 15% от общей суммы годового прироста. Годичный прирост мхов на гряде и рьяме составляет 25-30%. Вклад подземных органов в общую продукцию составляет до 50%. Отношение надземной продукции к подземной, где доминируют корни кустарничков – 1:3. Продукция в экосистемах мочажин изменяется от 650 до 1700 г/м<sup>2</sup> в год, наиболее продуктивными оказались более обводненные экосистемы озерковых комплексов и мезотрофные топи. В этих экосистемах в формировании общей продукции доминируют подземные органы трав, которые составляют более 70% от всей продукции. Самая низкая продукция наблюдается в олиготрофных мочажинах ГМК (650±170 г/м<sup>2</sup> в год). В экосистемах гряд формируются экосистемы, продукция которых составляет 660М 900 г/м<sup>2</sup> в год. На грядах озеркового комплекса наблюдается довольно высокая продукция – 915± 207 г/м<sup>2</sup> в год.

На низких элементах рельефа существуют бедные олиготрофные мочажины в ГМК, обводненные фитоценозы олиготрофных мочажин в озерковых комплексах и богатые мезотрофные топи. Минимальная продукция формируется в Ом-ГМК, около 700 г/м<sup>2</sup> в год. Увеличивается продукция в Ом в озерковых комплексах до 950±140 г/м<sup>2</sup> в год, с увеличением трофности в мезотрофной топи формируется максимальная продукция до 1720±210 г/м<sup>2</sup> в год. Такие же высокие показатели отмечены в мезотрофных болотах южной Финляндии. Так, продукция сообществ с *Carex rostrata* составляет 1424 г/м<sup>2</sup> в год, до 90% которой приходится на подземные органы [Saarinen, 1999]. В олиготрофных условиях продукция снижается, но структура фитомассы сохраняется и наибольшую долю в прирост фитомассы также вносят подземные органы осок и пушиц. Подземная продукция шейхцерии 400-750 г/м<sup>2</sup>, что составляет 65-70% от всей продукции в олиготрофных мочажинах. Вклад мхов составляет 20-30% от общей продукции. И на последнем месте стоит надземная продукция трав и кустарничков около 5%. Это наиболее типичный структурный состав годового прироста для мочажин. В отдельных случаях увеличивается присутствие кустарничков. В среднем в мочажинах подземная продукция превышает надземную в 10 раз.

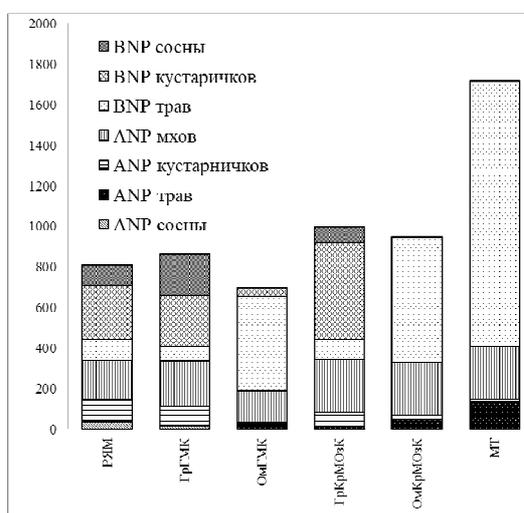


Рис. 4. Чистая первичная продукция (NPP) в болотных экосистемах, (ANP – надземная продукция, BNP – подземная продукция, г/м<sup>2</sup> в год).

## ВЫВОДЫ

Запасы живой фитомассы изученных сообществ изменяются 1200 до 3820 г/м<sup>2</sup> и составляют от 7 до 36 % от общих запасов растительного вещества. Древесный ярус увеличивает запасы на рьяме на 60%, на гряде ГМК на 40%, на кочках озеркового комплекса на 10%. Во всех типах экосистем преобладают запасы подземных органов, и только в олиготрофных мочажинах ГМК существенная доля фитомассы сформирована мхами. В подзоне средней тайги продукция в экосистемах гряд и рьямов изменяется от 700 до 1000 г/м<sup>2</sup> в год, мочажин от 650 до 1700 г/м<sup>2</sup> в год, в зависимости от

обводненности экосистемы и видового состава растительного покрова. Вклад надземной продукции древесного яруса на грядах и в рядах верхового болота не превышает 10 – 25% от общей продукции. Наиболее продуктивными экосистемами массива являются мочажины озеркового комплекса (950 г/м<sup>2</sup> в год) и мезотрофные топи (1720 г/м<sup>2</sup> в год). В этих экосистемах в формировании общей продукции доминируют подземные органы трав, которые составляют более 70% от всей продукции. Остальной объем продукции составляют мхи (25%) и надземная продукция трав и кустарничков (5%). В других экосистемах олиготрофного массива содоминантами выступают сфагновые мхи. Их прирост на всех элементах рельефа преобладает в общей продукции экосистем (170-250 г/м<sup>2</sup> в год). В таких экосистемах самая низкая продукция фитомассы наблюдается в олиготрофных мочажинах ГМК (700 г/м<sup>2</sup> в год). В экосистемах гряд ГМК формируются среднепродуктивные экосистемы, продукция которых составляет 660-900 г/м<sup>2</sup> в год. На грядах озеркового комплекса наблюдается довольно высокая продукция – 915г/м<sup>2</sup> в год. В соответствии с проведенными исследованиями в болотных экосистемах средней тайги средняя величина продукции фитомассы по пяти болотным олиготрофным экосистемам составляет: 890 г/м<sup>2</sup> в год, при вкладе надземных частей высших растений – 10%, мхов – 25% и подземных органов – 65%.

## БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарят директора заповедника Е.Г. Стрельникова и сотрудников заповедника Е.А. Звягину, Т.С. Переясловец за помощь в проведении исследований.

## ЛИТЕРАТУРА

- Андрешкина Н.И., Горчаковский П.Л. 1972. Продуктивность кустарниковых, кустарничковых и травяных сообществ лесотундры: методика ее оценки //Экология. №3. С. 5-12.
- Базилевич Н. И. 1993. Биологическая продуктивность экосистем Северной Евразии. М.:Наука. 295 с.
- Базилевич Н.И. 1967. Продуктивность и биологический круговорот в моховых болотах Южного Васюганья. //Растительные ресурсы, т. 3. вып. 4. С. 567-588.
- Базилевич Н.И., Гребенщиков О.С., Тишков А.А. 1986. Географические закономерности структуры и функционирования экосистем. М.:Наука. 297 с.
- Байкалова А.С. 2003.Сосудистые растения заповедника "Юганский" // Биологические ресурсы и природопользование. Вып. 6. Сургут: Дефис. С. 46-69.
- Болота Западной Сибири, их строение и гидрологический режим. 1976. / Под ред. К.Е. Иванова, С.М. Новикова. Л.: Гидрометеиздат. 500 с.
- Глебов Ф.З. 1988. Взаимоотношение леса и болота в таежной зоне. Н.:Наука. 182с.
- Елина Г.А., Кузнецов О.Л., Максимов А.И. 1984. Структурно-функциональная организация и динамика болотных экосистем Карелии. Л.:Наука. 118 с.
- Кац Н.Я. 1971. Болота земного шара. М.:Наука. 295с.
- Козловская Л.С., Медведева В.М., Пьявченко Н.И. 1978. Динамика органического вещества в процессе торфообразования. Л.:Наука. 156с.
- Копотева Т.А., Купцова В.А. 2016. Динамика фитомассы и продукции мезотрофного болота в ходе повторного заболачивания после мелиорации в Приамурье //Динамика окружающей среды и глобальное изменение климата. Т.7. №2. С. 3-12.
- Косых Н. П. 2003. Болотные экосистемы таежной зоны Западной Сибири: фитомасса и продукция. //Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Томск. 23 с.
- Косых Н.П., Коронатова Н.Г. 2010. Запасы фитомассы и первичная продукция болотных экосистем Сургутского Полесья //Динамика окружающей среды и глобальное изменение климата. № 2. С. 79-84.
- Лисс О.Л., Березина Н.А. 1981. Болота Западной Сибири. М. Изд-во Моск. ун-та. 204 с.
- Минаева Т.Ю., Онипченко В.Г., Байкалова А.С. 1996. Предварительная синтаксономия болотных фитоценозов Юганского заповедника // Экосистемы Среднего Приобья. Сб. науч. тр. Юганского заповедника. Вып. 1. Екатеринбург: Изд-во "Екатеринбург". С. 80-97.
- Пьявченко Н.И. 1967. О продуктивности болот Западной Сибири //Растительные ресурсы. т. III. вып.4. С. 523 - 533.
- Храмов А.А., Валуцкий В.И. 1977. Лесные и болотные фитоценозы Восточного Васюганья. Н.: Наука. 215 с.
- Шумилова Л.В. 1962. Ботаническая география Сибири. Томск: Изд-во ТГУ. 440 с.
- Backens I. 1985. Aboveground production and growth dynamics of vascular bog plants in Central Sweden. Acta Suec. 74. Uppsala. 98 p.
- Backens I. 1990. Production and depth distribution of fine roots in a boreal open bog. Ann.Bot. Fennici. № 27. P. 261-265.
- Belyea L.R., Warner B.G. 1996. Temporal scale and the accumulation of peat in a Sphagnum bog //Can. J. Bot. № 74. P. 366-377.
- Grogan P., F.S. Chapin III. 2000. Initial effects of experimental warming on above- and belowground components of net ecosystem CO<sub>2</sub> exchange in arctic tundra. Oecologia. №125. P.512-520.
- Kosykh N.P., Koronatova N.G., Naumova N.B., Titlyanova A.A. 2008. Above- and below-ground phytomass and net primary production in boreal mire ecosystems //Wetlands ecology and management. №16. P. 139-153.

- Kosykh N.P., Mironycheva-Tokareva N.P., Peregon A.M., E.K. Parshina. 2008. Net primary production in peatlands of middle taiga region in western Siberia // Russian Journal of Ecology. P. 8-16.
- Saarinen T. 1999. Vascular plants as input of carbon in boreal sedge fens: control of production and partitioning of biomass. – Helsinki. 66 p.
- Thormann, M.N., Bayley, S.E. 1997. Aboveground net primary production along a bog – fen – marsh gradient in Southern boreal Alberta. Canada. *Ecoscience* №4. P. 374-384.
- Wallen B. 1986. Above and below-ground dry mass of the three main vascular plants on hummocks on a subarctic peat bog. *Oikos* №46. P. 51-56.
- Wallen B. 1992. Methods for studying below-ground production in mire ecosystems // *Suo*. № 43. P. 155-162.

## VEGETATION AND PRODUCTIVITY OF MIRE ECOSYSTEMS IN THE RESERVE «YUGANSKIY»

***Kosykh N.P., Koronotova N.G., Stepanova V.A.***

Over the last four years, biogeocenological studies have been carried out on the territory of the Yuganskiy reserve, that is located in the middle taiga - the most boggy subzone of the taiga of Western Siberia. The vegetation productivity of the main oligotrophic and mesotrophic mire ecosystems of the reserve, which occupy 30-35% of the territory, is estimated. Phytomass stocks vary from 1200 to 3820 g / m<sup>2</sup> and constitute from 7 to 36% of the total stocks of plant matter. Pine stand increases phytomass stocks by 60% on the ryam, by 40% on the ridge, by 10% on hummocks of a pool complexes. Production in the ecosystems of ridges and ryams vary from 700 to 1000 g / m<sup>2</sup> per year, in hollows - from 650 to 1700 g / m<sup>2</sup> per year, the most productive were more waterlogged ecosystems of pool complexes and mesotrophic open bogs.

**Citation:** Kosykh N.P., Koronotova N.G., Stepanova V.A. Vegetation and productivity of mire ecosystems in the reserve «Yuganskiy» // *Environmental dynamics and global climate change*. V. 9. No. 1. P. 53-61.

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.17816/edgcc8950>

Поступила в редакцию: 5.02.2018  
Переработанный вариант: 01.06.2018