

УДК 911.2(571.51)

## ДИНАМИКА ФИТОМАССЫ РАЗНОТРАВНО-ОСОКОВО-ЛУГОВО-БОЛОТНОГО СООБЩЕСТВА НАЗАРОВСКОЙ КОТЛОВИНЫ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ И ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ЕЕ ЗАПАС

Дубынина С.С.

*Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, e-mail: Dubynina@irigs.irk.ru*

В статье на основе многолетних наблюдений уделено особое внимание продуктивности лугово-болотных сообществ Назаровской котловины Шарыповского района Красноярского края (участок «Отножка»). Луговые сообщества представляют основное хранилище растительного покрова Назаровской котловины. Травяные низинные болота складываются за счет поверхностного стока, образующегося главным образом за счет осенне-зимних атмосферных осадков с высокоразнотравно-осоковой закоряченной закустаренной лугово-болотной почвой. Выбор участка исследования обусловлен особенностями ландшафтной структуры и позволяет изучить запасы фитомассы. Для достижения поставленной цели проведен сбор и анализ данных материалов о составе и состоянии почвенно-растительного покрова. Выявлены закономерности природных режимов, характеризующих сезонную динамику запасов надземной массы, обусловленную метеорологическими показателями (тепла и влаги). Изучена многолетняя динамика накопления надземной и подземной массы. Установлены значительные изменения показателей общего растительного вещества фитомассы в разнотравно-осоково-лугово-болотном сообществе низинных поверхностей, т.е. в днище пади временного пересыхания водотока ручья «Отножки». Запасы фитомассы под влиянием погодных условий накладывают существенный отпечаток на ход изменений луговых сообществ не только в течение вегетационного сезона, но подвержены непрерывным изменениям по годам. Рассмотрены пространственно-временные модели динамики запасов фитомассы лугово-болотного сообщества, по которым можно судить об изменении темпов нарастания растительного вещества. Во-первых, зависящих от количества выпавших осадков и, во-вторых, от распределения их по сезону: от весны к лету и от лета к осени на изучаемом лесостепном участке «Отножка» Шарыповского района Назаровской котловины.

**Ключевые слова:** Назаровская котловина, Шарыповский район, микроклимат, продуктивность, растительный покров, запасы фитомассы

## DYNAMICS OF THE BIOMASS OF FORB-SEDGE MEADOW-BOG COMMUNITIES NAZAROVSKAYA BASIN OF KRASNOYARSK KRAI, AND THE INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL CONDITIONS ON ITS SUPPLY

Dubynina S.S.

*Institute of geography V.I. Sochavy, Irkutsk, e-mail: Dubynina@irigs.irk.ru*

The article based on years of observation, we paid special attention to the productivity loughborough communities Nazarovskaya basin of Sharypovsky district of Krasnoyarsk Krai (the land Otnojka). Meadow communities are the primary location of vegetation Nazarovskaya basin. Herbal fens are formed due to the surface runoff formed mainly at the expense of autumn and winter precipitation with vysokorazvityh-zamochennoy bushy sedge meadow-marsh soil. The choice of the study area is due to the peculiarities of the landscape structure and allows to study the reserves of phytomass. To achieve this goal, the collection and analysis of data on the composition and condition of the soil and vegetation cover. The regularities of natural regimes characterizing the seasonal dynamics of the above-ground mass reserves due to meteorological parameters (heat and moisture) are revealed. The long-term dynamics of accumulation of above-ground and underground mass is studied. Significant change in the overall plant matter biomass in mixed grass-sedge-meadow marsh community low-lying surfaces, i.e. the bottom of the PADI temporary drying out of the watercourse of the Creek Otnojka. Stocks of phytomass under the influence of weather conditions have a significant impact on the course of changes in meadow communities not only during the growing season, but are subject to continuous changes over the years. Considered spatio-temporal model for the dynamics of the reserves of phytomass of the meadow-bog communities, which can judge about the change in the rate of growth of vegetable substances. First, depending on the amount of precipitation and secondly, on their distribution by season: from spring to summer and from summer to autumn in the studied forest-steppe area the land Otnojka of Sharypovsky district of the Nazarovskaya basin.

**Keywords:** Nazarovskaya basin, Sharypovskiy district, microclimate, productivity and plant cover, the reserves of phytomass

Продуктивность фитомассы луговых сообществ выявляется в особенностях размещения в пространстве и во времени надземных и подземных органов растений. Исследуемые луговые сообщества отличаются друг от друга по составу и состоянию почвенно-растительного покрытия, а также по условиям их местоположения. Для

оценки состояния луговых растительных сообществ наиболее эффективен принцип комплексных стационарных физико-географических исследований на репрезентативных участках территории. Объектом исследования является днище лога ручья Отножка, который расположен в пределах Шарыповского района в юго-западной ча-

сти Назаровской котловины. Назаровский природный округ относится к лесостепному поясу со слабоувалисто-равнинной поверхностью, где преобладают фации низинной группы болотного типа [1].

Цель работы заключается в изучении динамики фитомассы лугово-болотного сообщества в пределах Шарыповского района Назаровской котловины и влияние экологических условий на запасы фитомассы, исследуемого участка. Актуальность и практическая значимость работы обусловлена тем, что территория исследования входит в зону интенсивного сельскохозяйственного использования. В последние десятилетия в регионе наблюдаются процессы изменения климата, что отражается на видовом составе и продуктивности растительности. Лугово-болотные комплексы естественных ландшафтов на территории исследования слабо изучены. Детально исследованы степи соседней территории, которые Н.И. Базилевич [2] относил к зонам настоящих умеренно засушливых степей северного типа и засушливых степей южного типа.

#### Материалы и методы исследования

В связи с высокой степенью освоенности Назаровской котловины исследования на этой территории проводились в сообществах, находящихся в условно-естественных условиях, которые развиваются главным образом под влиянием природных факторов. Биологическая продуктивность луговых сообществ изучалась с 1981 г. и описана ранее в работах [3]. Продолжая стационарные наблюдения за продуктивностью фитомассы лугово-болотных сообществ, можно изучить основные топологические связи сообществ и познать закономерности природных режимов наземной массы за ве-

гетационный период на основе климатических условий. Климат Шарыповского района проявляется в резких колебаниях суточных и сезонных температур, при неравномерном распределении атмосферных осадков в течение года. Разность в абсолютных температурах в течение года составляет  $85^{\circ}$ . Гидротермическая характеристика климата показана на рис. 1.

Вегетационный период начинается в первой половине апреля, а завершается во второй половине октября. Лето обычно сухое и жаркое, но в некоторые годы бывает сырым и прохладным. Самая низкая годовая температура воздуха отмечена в 1985 г. ( $-1,7^{\circ}\text{C}$ ), а самая высокая в 1995 и 2015 гг. (до  $3,5^{\circ}\text{C}$ ). Среднегодовая сумма осадков за 38 лет составляет 459 мм. Максимум осадков выпало в 1987, 1996, 2002 гг.

Для оценки биологической продуктивности используются данные по запасам живых надземных и подземных органов растений на единицу площади ( $\text{г}/\text{м}^2$ ). Для общего количества фитомассы и ее составных частей применяем понятие «структура растительного вещества». Оно включает запасы всех компонентов и соотношение этих запасов: зеленой массы (G), ветоши (D), подстилки (L). Ветошь и подстилка образует мортмассу (D + L), а вместе с зеленью – надземное растительное вещество (G + D + L). Подземная растительная масса (R + V) состоит из живых (R) и отмерших корней (V). Определение этих показателей проводилось общепринятыми методами [3, 4]. Надземная масса растений учитывалась на площадках в  $0,25 \text{ м}^2$  методом укосов. Подземная масса определялась в слое 0–20–30 см, так как основная активная и продуктивная масса корней сосредоточена именно в этом слое.

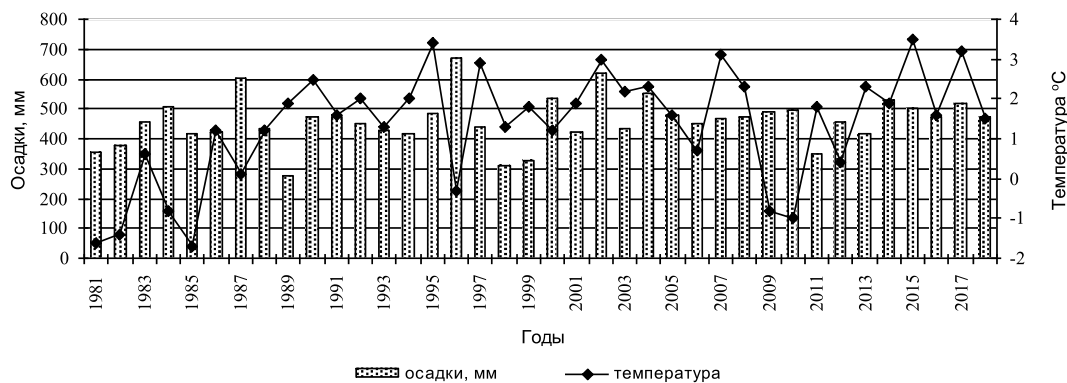


Рис. 1. Характеристика метеорологических условий для Шарыповского района Красноярского края (по данным метеостанции г. Шарыпово)

Характеристика растительных сообществ (участок Отножка)

Показатель	Условно-естественное сообщество с высоко разнотравно-осоковой заочкаренной закустаренной лугово-болотной растительностью
Местоположение	Низинное болото влажного современного луга занимает аккумулятивное положение
Почва	Лугово-торфянисто-болотная осолодевшая солончаковая почва с мощной дерниной содержит значительное количество илистых частиц
Видовой состав	Лабазник вязолистный – <i>Filipendula ulmaris</i> L. Maxim, чемерица Лобеля – <i>Veratrum labelianum</i> Bernh, крапива двудомная – <i>Urtica dioica</i> L., бодяк щетинистый – <i>Cirsium sttosum</i> (Willd.), сабельник болотный – <i>Comarum palustre</i> L., вербейник обыкновенный – <i>Lysimachia vulgaris</i> L., хвощ луговой – <i>Equisetum pretense</i> Ehrh., чина луговая – <i>Lathyrus pratensis</i> L., осот полевой, желтый – <i>Sonchus arvensis</i> L., вейник Лангсдорфа – <i>Calamagrostis lagsdorffii</i> (Link) Tzvel., тимофеевка луговая – <i>Phleum pretense</i> L., осока дернистая – <i>Carex caespitosa</i> L.
Проективное покрытие, %	60–80
Высота травостоя, см	От 10 до 200

Объектом детальных исследований является (участок «Отножка») травяное низинное болото с лугово-болотной растительностью (таблица).

Для луговых растительных сообществ с высокотравно-осоковым закустаренным заочкаренным покровом большое участие принимают представители разнотравья, доминанты: *Filipendula ulmaris*, *Veratrum labelianum*, *Urtica dioica*, а также доминируют злаки: *Calamagrostis lagsdorffii*, *Phleum pretense* и на кочках – *Carex caespitosa*. В целом травяные низинные болота, относящиеся к Южно-Сибирской лесостепной территории, занимают водораздельные поверхности. Эти типы и виды болот питаются не только атмосферными осадками, но речными и грунтовыми водами (ручья Отножка). Они часто испытывают переувлажнения почвы в зависимости от высоких температур воздуха и малых осадков, что отрицательно сказывается на жизнедеятельности видов растений и ведет к снижению массы их основных видов и к снижению продуктивности фитомассы.

**Результаты исследования и их обсуждение**

Наши результаты указывают на различия параметров надземной и подземной массы в многолетнем ряду. Каждый исследуемый год своеобразен по метеорологическим условиям. Чередование сухих и влажных лет вносит существенные изменения в накопление фитомассы. Запас надземной массы (G + D + L) в травяном болотном сообществе максимум приходился на 1995 г. – 1909, минимум в 2004 г. – 522 г/м<sup>2</sup>. Средняя

величина надземной массы за 1981–2014 гг. достигала 1184 г/м<sup>2</sup> (рис. 2).

Подземная масса (R + V) в среднем за 1981–2014 гг. достигала 3540 г/м<sup>2</sup>. Самыми высокими данными (R + V) в высокотравно-осоковом сообществе было в 1981 г. – 5175 г/м<sup>2</sup>, которые на 74 % образуются за счет мертвых остатков. Это отмечается и другими исследователями, что величина подземной массы луговых и мохово-болотных экосистем лесостепной зоны колеблется от 520 до 6670 г/м<sup>2</sup> и зависит от гидротермических условий и солевого режима почв [5, 6]. Высокие значения запасов органической массы корней образуются также в 1984 и 1998 до 78 % (4934 г/м<sup>2</sup>). Минимальные запасы корневой массы до 2500 г/м<sup>2</sup> следующие годы (1982, 1986, 1989, 1996, 2004). Такая закономерность объясняется различиями водного, солевого режимов и метеоусловиями года. Так растения развивая большую корневую систему в 1981 г., которая при неблагоприятных метеоусловиях, т.е. низкой температуре и небольших осадках, может обеспечить низкие запасы надземной массы (G + D + L), особенно при сухой, холодной погоде весной. На ход изменения видового состава и продуктивности торфяных болот может оказывать влияние периодическое затопление, при этом вегетация растений может задерживаться, прерываться или проходить под водой, а еще может задерживаться интенсивным выпасом и пожарами, уничтожающими не только семена растений, но и мортмассу. Самые низкие запасы ветоши были в 1999 и 2002 гг. – 90 г/м<sup>2</sup>.

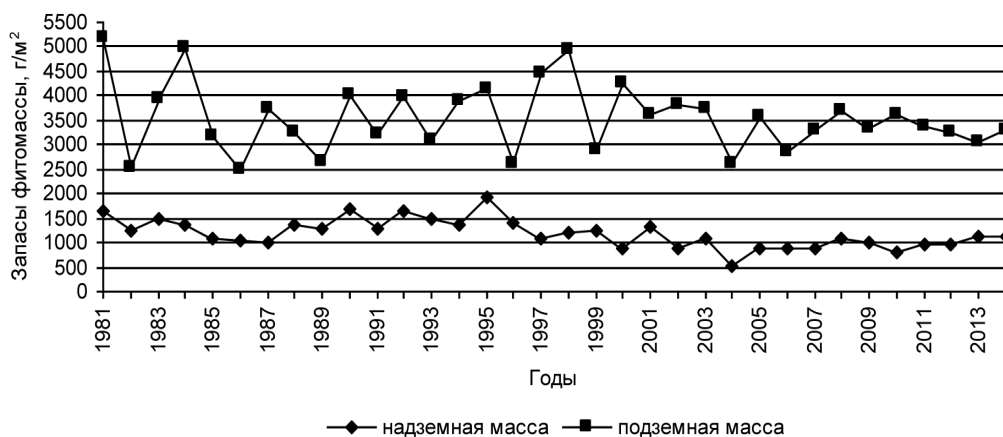


Рис. 2. Динамика запасов общей надземной и подземной массы в травяном болоте (участок «Отножка») Шарыповского района, г/м<sup>2</sup>

Жизненное состояние травостоя полностью зависит от показателей температуры и выпадающих осадков. В развитии растений, составляющих фитомассу, наблюдается цикличность – сухих и влажных лет, которая может быть выше или ниже, а также опережать или запаздывать во времени в течение вегетационного периода.

Начало работ (1981 г.) совпало с засушливым периодом (выпало за июнь месяц 25 мм осадков, что в 2,5 раза меньше от средней месячной нормы). Зеленая масса составила 48% (272 г/м<sup>2</sup>). Лишь осадки, выпавшие в июле и сентябре, стимулировали незначительное отрастание позднелетних растений и увеличение зеленой массы в июле и сентябре до 760 г/м<sup>2</sup>. Годы 1982, 1983, 1984, 1985 были близки по количеству выпавших осадков в июне месяце, увеличение зеленой массы началось с июля и максимальная величина зеленой массы отмечена в сентябре 1984 г. до 860 г/м<sup>2</sup> (рис. 3).

1987 г. по количеству выпавших осадков был больше среднемноголетней нормы в 1,5 раза. Основное количество осадков (169 мм) наблюдалось в июле, величина зеленой массы составила 564 г/м<sup>2</sup> т.е. 74% от максимально годовой, но запасы травостоя остались без значительных изменений до октября.

В 1988 г. величина зеленой массы в июне после влажного 1987 г. была почти равна массе 1986 г. Наступившее затем засушливое лето 1989 г., мало затормозило развитие растительной массы. Количество летних осадков предыдущих двух лет дало хорошую влагозарядку и максимальная величина однолетней массы травостоя была

отмечена в июле – 830 и в конце сентября до 897 г/м<sup>2</sup>. В последующие годы наибольшая зеленая масса отмечена в 1990 г. – в июне, 1992 г. – июле, 1995 г. с июня до конца июля и в сентябре.

В 2002 г. осадков выпало больше средней многолетней нормы – в 2 раза, но зеленая масса была значительно меньше, основная их часть выпала в июле – августе, но эти осадки были менее эффективны. На лугах, расположенных в пониженных элементах рельефа в днище болот, периодически затопляемых, вегетация растений может задерживаться, прерываться или вегетация может проходить под водой, что существенно влияет на ход изменения видового и продукционного состава лугов.

В 2004 г. весенний пал создал неблагоприятные условия для развития растительности. На построенных графических моделях прослеживается минимальное накопление зеленой массы – 224 г/м<sup>2</sup> в июне. В июле выпало 138 мм. осадков, величина зеленой массы увеличилась до 335 г/м<sup>2</sup>. В сентябре количество осадков уменьшилось до 30 мм и тут наступает ярко выраженный спад зеленой массы до 221 г/м<sup>2</sup>. Пожары, влияющие на фитоценозы торфяных болот, развиваются и в других регионах, например в Приамурье, где прослеживается минимальное накопление живой фитомассы [7].

В 2007 и 2010 гг. величина надземной массы была равна зеленой массе 2004 г. осадков было мало (76% от средней многолетней нормы) и температура до 16 °С. Эти годы были неблагоприятными для развития растений, многие растения вегетировали совсем слабо.

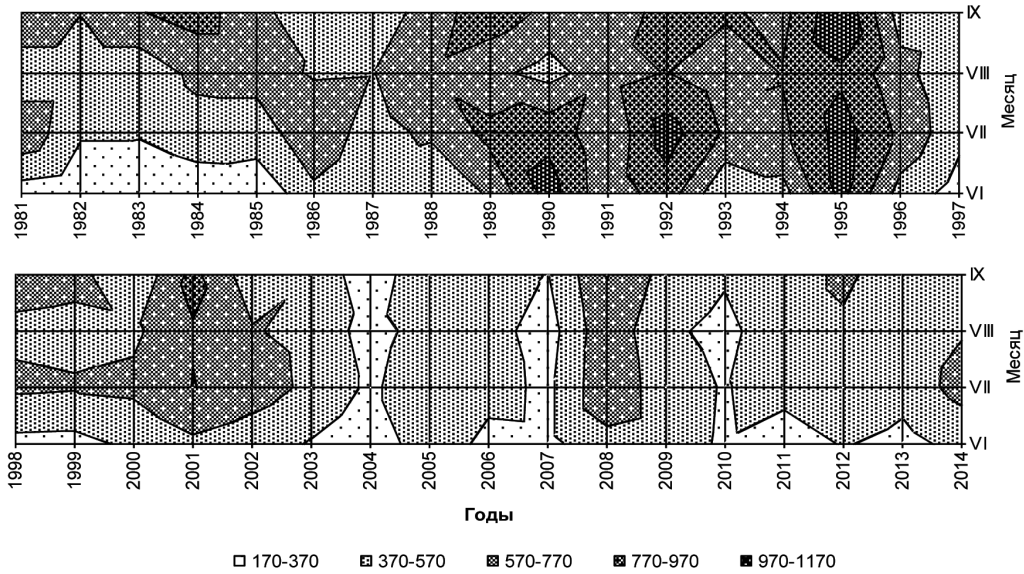


Рис. 3. Пространственно-временные изменения растительного вещества лугово-болотного сообщества ключа «Отножка». Топохроноизоплетами показаны запасы зеленой массы ( $G$ ),  $г/м^2$  за вегетационный период с 1981 по 2014 г.

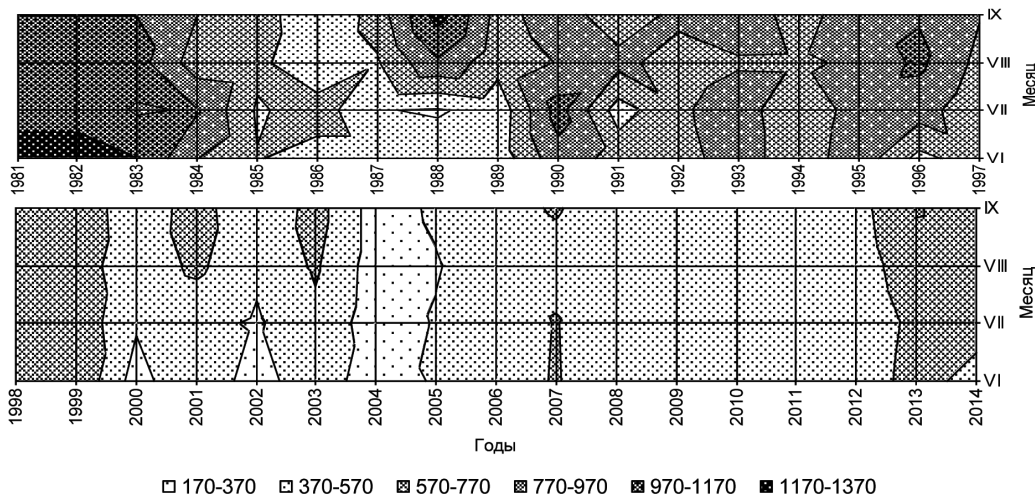


Рис. 4. Пространственно-временные изменения растительного вещества лугово-болотного сообщества ключа «Отножка». Топохроноизоплетами показаны запасы мортмассы ( $G + D$ ),  $г/м^2$  за вегетационный период с 1981 по 2014 г.

В 2008 г. количество выпавших осадков несколько превышало среднюю величину многолетней нормы. Значительная их часть, 44 мм, выпала в апреле, т.е. апрельская влагозарядка хорошо повлияла на развитие и увеличение зеленой массы начиная с июля, продолжая также в позднелетний период (август), погодные условия были благоприятными и максимальная величина зеленой массы в сентябре составила 779  $г/м^2$ .

В 2012 г. максимальная величина зеленой массы растений лугово-болотного сообщества отмечена в начале сентября – 600  $г/м^2$ , а в 2014 г. в июле – 638  $г/м^2$ .

Установлен факт, что основная часть растительного вещества в надземной массе аккумулируется в мортмассе ( $D + L$ ). Преодолевая резкие изменения климата, четко прослеживаются чередования высоких и низких запасов мортмассы в сезонной и погодичной динамике (рис. 4).

Изучение внутригодовой динамики запасов мортмассы в лугово-болотном сообществе показало, что ее наиболее высокие запасы отмечены в засушливые 1981–1982 гг. В эти годы с сухим холодным весенним периодом в плоть до середины июня запасы достигали  $1297 \text{ г/м}^2$ , так как засуха тормозит разложение мертвых остатков, за счет этого происходит скопление мертвого вещества, так как микробиологические процессы заторможены, плохая минерализация вещества.

Анализ внутригодовой динамики запасов (D + L) позволяет в некоторой степени судить об интенсивности ее накопления, подчиняясь кратковременным ритмическим изменениям тепла и влаги. Высокие значения  $1252 \text{ г/м}^2$  пришлось на конец сентября на влажный 1988 г. Наименьшие запасы (D + L) обнаруживаются в период затопляемости 2002 г. ( $250 \text{ г/м}^2$ ) и в годы весенних палов в 2004 г. ( $196 \text{ г/м}^2$ ). Выделяются периоды резких колебаний запасов мортмассы, перечисленных выше, и периоды сравнительно постоянных запасов, с плавным ходом – на протяжении многих лет и в течение вегетационного периода начиная с 2005 по 2012 г., включая 2007 г., с небольшими отклонениями весенне-летнего и осеннего периода лугово-болотного сообщества.

### Заключение

Полученные данные показали, что преодолевая резкие изменения климата, изменяются темпы нарастания однолетней зеленой массы и время достижения ее максимума. Установленный факт, что основная часть растительного вещества разнотравно-осоково-лугово-болотного сообщества аккумулируется в подземной массе, где максимальный запас (R + V) в 2004 г. превышает запасы (G + D + L) в 5 раз. Максимальный запас (R + V) в 1981 г. превышает запасы зеленой массы (G) в 9 раз. В приведенных пространственно-временных моделях для лугово-болотного сообщества установлены зависимости изменений живой и отмершей фитомассы от климатических и антропогенных факторов. Растения в состоянии покоя, вызванного низкими температурами, уменьшают запасы фитомассы. Сухая холодная погода весной сдерживает нарастание массы надземных органов и переход особей в генеративную фазу, тем самым снижает урожай надземной массы, но накапливает высокую мортмассу. На уменьшение запасов мортмассы действует фактор – пожары.

Таким образом, многолетние наблюдения показали четкие зависимости изменений надземной и подземной массы разнотравно-осоково-лугово-болотного сообщества от разных факторов, и эти изменения подчиняются определенным закономерностям.

### Список литературы / References

1. Нечаева Е.Г., Белозерцева И.А., Напрасникова Е.В., Воробьева И.Б., Давыдова Н.Д., Дубынина С.С., Власова Н.В. Мониторинг и прогнозирование вещественно-динамического состояния геосистем Сибирских регионов. Новосибирск: «Наука», 2010. 315 с.

Nechaeva E.G., Belozercova I.A., Naprasnikova E.V., Vorobyova I.B., Davydova N.D., Dubynina S.S., Vlasova N.V. Monitoring and forecasting of a material and dynamic condition of geosystems of the Siberian regions. Novosibirsk: «Nauka», 2010. 315 p. (in Russian).

2. Базилевич Н.И., Титлянова А.А., Смирнов В.В., Родин Л.Е., Нечаева Н.Т., Левин Ф.И. Биологическая продуктивность травяных экосистем. Географические закономерности и экологические особенности. Изд-е 2-е, исп. и доп. Новосибирск: ИПА СО РАН, 2018. 110 с.

Bazilevich N.I., Titlyanova A.A., Smirnov V.V., Rodin L.E., Nechaeva N.T., Levin F.I. Geographical regularities and ecological features. Izd-e the 2nd, corrected and added. Novosibirsk: IPA SO RAN, 2018. 110 p. (in Russian).

3. Дубынина С.С. Биологическая продуктивность травяных геосистем лесостепной зоны Назаровской котловины // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 9–1. С. 113–118.

Dubynina S.S. Biological efficiency of grass geosystems of a forest-steppe zone of the Nazarovsky hollow // International magazine of applied and basic researches. 2014. № 9–1. P. 113–118 (in Russian).

4. Титлянова А.А. Продуктивность травяных экосистем мира // География продуктивности и биогеохимического круговорота наземных ландшафтов. К 100-летию профессора Н.И. Базилевич. 2010. С. 144–153.

Titlyanova A.A. Efficiency of grass ecosystems of the world // Geography of efficiency and biogeochemical circulation of land landscapes. To the 100 anniversary of professor N.I. Bazilevich. 2010. P. 144–153 (in Russian).

5. Титлянова А.А., Шибарева С.В. Время оборота в травяных экосистемах // Математическое моделирование в экологии: материалы V Национальной научной конференции с международным участием. Новосибирск, 2017. С. 219–222.

Titlyanova A.A., Shibareva S.V. Turn-around time in grass ecosystems // Mathematical modeling in ecology: materials V of the National scientific Conference with the international participation. Novosibirsk, 2017. P. 219–222 (in Russian).

6. Миронычева-Токарева Н.П., Шибарева С.В., Громадка П. Запасы фитомассы и депонированных в ней элементов питания в травяном болоте Польши // Сибирский экологический журнал. 2009. Т. 16. № 2. С. 261–267.

Mironycheva-Tokarev N.P., Shibareva S.V., Gromadka P. A grass mire in Poland: Reserves of phytomass and deposited nutrition elements // Contemporary Problems of Ecology. 2009. T. 2. No. 2. P. 128–132. DOI: 10.1134/S1995425509020076.

7. Копотева Т.А., Купцова В.А. Влияние пожаров на функционирование фитоценозов торфяных болот Средне-амурской низменности // Экология. 2016. № 1. С. 14–21. DOI: 10.7868/S0367059715060086.

Kopoteva T.A., Kuptsova V.A. Effect of fires on the functioning of phytocenoses of peat bogs in the Middle-Amur lowland // Ecology. 2016. T. 47. № 1. P. 11–18. DOI: 10.1134/S1067413615060089.